



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA

JAIR DIAS DE ABREU

**APRENDIZAGEM MÓVEL: EXPLORANDO A MATEMÁTICA POR MEIO DE
APLICATIVOS EDUCACIONAIS EM *SMARTPHONES***

CAMPINA GRANDE – PB
2018

JAIR DIAS DE ABREU

**APRENDIZAGEM MÓVEL: EXPLORANDO A MATEMÁTICA POR MEIO DE
APLICATIVOS EDUCACIONAIS EM *SMARTPHONES***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, área de concentração em Educação Matemática, na linha de pesquisa Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação, em cumprimento a exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Silvanio de Andrade

CAMPINA GRANDE – PB
2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A162a Abreu, Jair Dias de.

Aprendizagem móvel [manuscrito] : explorando a matemática por meio de aplicativos educacionais em *smartphones* / Jair Dias de Abreu. - 2018.

233 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Acadêmico em Ens. de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Prof. Dr. Silvanio de Andrade, Departamento de Matemática - CCT."

1. Educação Matemática. 2. Aplicativos educacionais. 3. Recursos didáticos. 4. Geoplano Digital.

21. ed. CDD 371.33

JAIR DIAS DE ABREU

**APRENDIZAGEM MÓVEL: EXPLORANDO A MATEMÁTICA POR MEIO DE
APLICATIVOS EDUCACIONAIS EM SMARTPHONES.**

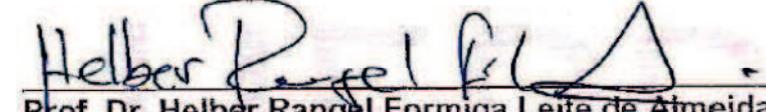
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, área de concentração em Educação Matemática, na linha de pesquisa Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação, em cumprimento a exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Aprovada em: 19 de março de 2018.

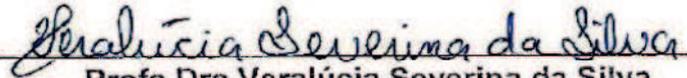
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Silvanio de Andrade
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Orientador



Prof. Dr. Helber Rangel Formiga Leite de Almeida
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Examinador Interno



Profa Dra Veralúcia Severina da Silva
Instituto Federal do Amapá – IFAP
Examinadora Externa

CAMPINA GRANDE – PB
2018

Dedico todo esse trabalho a meus pais e meu irmão:

Josefa Maria de Abreu Dias
Mainha

José Dias da Silva
Painho

Jarismar Dias de Abreu
Irmão

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus!

Obrigado por sempre me capacitar, para corresponder ao projeto de vida que tens preparado para mim. Agradeço por todas as providências e proteções em meu caminhar, especialmente nas viagens noturnas de Cajazeiras a Campina Grande, que aconteceram semanalmente, durante o período de aulas do mestrado. Gratidão pela minha saúde, família e pela graça de ter realizado com êxito as atividades do mestrado, mesmo diante de uma rotina exaustiva de sala de aula.

*Até aqui o Senhor nos ajudou
Sempre com seu braço forte
Resistiremos pra testemunhar
Seu poder e seu amor*

*Até aqui o Senhor nos ajudou
Sua promessa é vida
Todo aquele que nEle confiar
Salvação e vida terá*

*Alegrai-vos e rendei-lhe glória
Celebrai com canções de vitória
Se a morte não o pôde vencer
Quem poderá?
Ele vive e reinará!*

(Ministério Adoração e Vida)

Agradeço ao Meu Orientador Prof. Dr. Silvanio de Andrade.

Obrigado Professor, por ter sido favorável as minhas ideias iniciais de pesquisa, contribuindo para o desenvolvimento da mesma. Agradeço pelos momentos de orientação individual e no grupo de estudo (GEPEP), que contribuíram significativamente para a reflexão crítica das atividades de pesquisa, permitindo-me chegar até aqui.

RESUMO

ABREU, J. D. **Aprendizagem móvel: explorando a matemática por meio de aplicativos educacionais em *smartphones***. 2018. 233 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

A presente pesquisa é fruto da necessidade do próprio aluno em fazer uso de aplicativos em *smartphone* na sala de aula, em favor da sua aprendizagem. Nesta perspectiva, apresentou-se um estudo que busca identificar os limites e as potencialidades dos aplicativos educacionais móveis ou de *smartphones* voltados ao ensino-aprendizagem da Matemática em sala de aula. Em toda a investigação, a ideia de aprendizagem móvel foi desenvolvida por meio de aplicativos em *smartphones*, refletindo-se sobre os limites e as novas possibilidades de ensinar e aprender matemática. Acreditando-se que as ações de pesquisa seriam melhor compreendidas ao serem observadas no seu ambiente natural então, a pesquisa foi realizada na própria sala de aula do pesquisador, no perfil denominado de pesquisa pedagógica. As ações da pesquisa foram organizadas em três etapas. Na Etapa I – *Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo*, realizou-se um estudo piloto fora da sala de aula do pesquisador, a fim de aproximar o tema da pesquisa mediante o uso do aplicativo *Geoplano Digital*. Na Etapa II – *Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades*, inicialmente foi feita uma visita as lojas online (*play store*) em busca de aplicativos que subsidiassem as atividades de pesquisa. Após a seleção dos mesmos, fez-se necessário categorizá-los com base em critérios de análise provenientes do professor pesquisador. Feito isso, a pesquisa começa a ocupar mais espaço da atuação de sala de aula do professor pesquisador, no qual foram desenvolvidas atividades no ensino fundamental e médio com o intuito de explorar os aplicativos: *Math Flash Cards Free*; *Teorema de Tales*; *Protractor*; *Math Jump*; *Math Parking*; *Matemática Elementar Móvel*; *Desmos*. Ao fim da Etapa II, houve grande inquietação, uma vez que percebeu-se no aplicativo *Desmos* maiores potencialidades em suas ferramentas, se destacando entre os demais aplicativos, dando origem a Etapa III (final) – *O aplicativo Desmos e o ensino de Função Quadrática*. As atividades desenvolvidas, na etapa final da pesquisa, proporcionaram aos alunos o estudo da Função Quadrática paralelamente a exploração das ferramentas do aplicativo *Desmos*, permitindo aos discentes desenvolver ideias e construir conceitos referentes ao conteúdo estudado. Os questionamentos abordados nas atividades exigiam dos alunos a capacidade de transitarem entre as representações múltiplas (numérica, algébrica, verbal e gráfica) no ensino de Álgebra. De forma geral, conclui-se que os aplicativos educacionais móveis merecem inserção e destaque no ambiente escolar, não apenas por motivarem os alunos, mas sim por auxiliar no processo de ensino e aprendizagem mediante planejamento pedagógico cuidadoso. Concernente ao aplicativo *Desmos*, a forma como o mesmo potencializou a condução das aulas, através da sua mobilidade, interatividade e pluralismo de ferramentas, promoveu-se então um espaço favorável a aquisição de conhecimentos, onde os alunos foram capazes de desenvolver ideias matemáticas, tornando-se ainda protagonistas de sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: Educação Matemática. Tecnologia. Álgebra. Funções. Função Quadrática.

ABSTRACT

ABREU, J. D. **Mobile Learning: Exploring Mathematics through educational apps on smartphones.** 2018. 233 f. Dissertation (Masters in Science Teaching and Mathematics Education), State University of Paraíba, Campina Grande, 2018.

The present research results from the learner's own need to make use of smartphone apps in the classroom, in favor of learning. In this perspective, a study was presented that seeks to identify the limits and the potentialities of mobile educational apps or smartphones for mathematics teaching and learning in the classroom. In all this research, the idea of mobile learning was developed through apps on smartphones, reflecting both the limits and the new possibilities of teaching and learning Mathematics. Believing that research actions would be better understood when they were observed in their natural environment, the research was carried out in the classroom itself, in the teacher research profile approach. The research actions were organized into three stages. In Stage I - *Approach of the research through the fieldwork*, an exploratory study was conducted outside of the own researcher's classroom, in order to approach the research theme through the use of the Digital Geoplane app. In Stage II - *Exploring Apps and Developing Activities*, the play stores were visited initially in search of apps that subsidized the research activities. After selecting them, it was necessary to categorize them based on analysis criteria established by the researcher. Afterwards, research begins to occupy more space in the classroom performance of the teacher researcher. Activities were developed both in middle and high schools in order to explore the apps: Math Flash Cards Free; Theorem of Tales; Protractor; Math Jump; Math Parking; Elementary Mathematics Mobile; Desmos. At the end of Stage II, there was great disquiet, once we realized greater potentialities in the Desmos app, which was highlighted among other apps, giving rise to Stage III - *The Desmos app and the teaching of Quadratic Function*. The activities developed in the final stage of the research provided the students with the study of the Quadratic Function, in parallel with the exploration of the Desmos app, allowing students to develop ideas related to the mathematics content studied. The questionings approached in the activities demanded of the students the ability to move between the multiple representations (numerical, algebraic, verbal and graphical) in the teaching of Algebra. In general, it concludes that the educational apps deserve insertion and highlight in the school environment, not only to motivate the students, but also to assist in the teaching and learning process through careful pedagogical planning. Concerning the Desmos app, the way in which it was conducted through its mobility, interactivity and pluralism of tools, promoted a favorable learning space for knowledge acquisition, where students were able to develop mathematical ideas, becoming protagonists of their own learning.

Keywords: Mathematics Education. Technology. Algebra. Functions. Quadratic Function.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01** - Requisitos para aplicativos de aprendizagem móvel.
- Figura 02** - Representações para serem construídas no material concreto geoplano.
- Figura 03** - Representações para a realização da atividade.
- Figura 04** - Interface do aplicativo Geoplano Digital.
- Figura 05** - Aplicativos utilizados na pesquisa.
- Figura 06** - Interface do aplicativo *Math Flash Cards*
- Figura 07** - Interface do aplicativo *Teorema de Tales*.
- Figura 08** - Interface do aplicativo *Protractor*.
- Figura 09** - Atividades desenvolvidas pelos alunos.
- Figura 10** - Interface do aplicativo *Desmos*.
- Figura 11** - Interface do Aplicativo *Desmos*.
- Figura 12** - Interface do Aplicativo *Desmos*
- Figura 13** - Interface do aplicativo Matemática Elementar Móvel.
- Figura 14** - Interface do aplicativo *Math Jump*.
- Figura 15** - Interface do aplicativo *Math Parking*.
- Figura 16** - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 2*.
- Figura 17** - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 5*.
- Figura 18** - Resposta apresentada pela EQ2 e 5 respectivamente.
- Figura 19** - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 7*.
- Figura 20** - Resposta a *Atividade 7* realizada pela EQ 2.
- Figura 21** - Interface do aplicativo *Desmos* com representação da exploração da *Atividade 8*.
- Figura 22** - Resposta apresentada pela EQ 4 a *Atividade 8.1*.
- Figura 23** - Resposta apresentada pela EQ 2 a *Atividade 8.5, 8.6, 8.7 e 8.8*.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 01 - Alunos manipulando o material concreto geoplano.

Fotografia 02 - Alunos resolvendo exercícios em sala de aula utilizando o aplicativo Teorema de Tales.

Fotografia 03 - Alunos realizando a atividade de desenho e medida dos ângulos da “tesoura”.

Fotografia 04 - Alunos construindo os gráficos de setores.

Fotografia 05 - Alunos manipulando o aplicativo *Desmos*.

Fotografia 06 - Alunos explorando os aplicativos *Math Jump* e *Math Parking*.

Fotografia 07 - Alunos realizando a atividade cruzada.

Fotografia 08 - Exploração da situação-problema na *lousa*.

Fotografia 09 - Exploração do conteúdo na lousa de forma expositiva e dialogada.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Classificação dos aplicativos que abordam conteúdos matemáticos.

Quadro 02 - Informações gerais sobre as ações desenvolvidas com a pesquisa.

Quadro 03 - Resultado quantitativo do teste de tabuada.

Quadro 04 - Roteiro de exploração das ferramentas do aplicativo pela *EQ1*.

Quadro 05 - Roteiro realizado pelos alunos na exploração das *Atividades 1.1 e 1.2* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

Quadro 06 - Roteiro realizado pelos alunos na exploração da *Atividade 1.3* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

Quadro 07 - Registro da *Atividade 2* realizada pela *EQ1*.

Quadro 08 - Registro da *Atividade 2* realizada pela *EQ4*.

Quadro 09 - Roteiro realizado pelos alunos na exploração das *Atividades 3* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

SUMÁRIO

1	O ESTOPIM E O ESBOÇO DA PESQUISA: CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
2	OS APLICATIVOS DIGITAIS SOB A ÓTICA DA APRENDIZAGEM MÓVEL NA MATEMÁTICA.....	24
2.1	DO TELEFONE CELULAR AOS APLICATIVOS DE <i>SMARTPHONES</i> : INFLUÊNCIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	24
2.2	APRENDIZAGEM MÓVEL: NOVAS POSSIBILIDADES DE APRENDER E ENSINAR MATEMÁTICA POR MEIO DE APLICATIVOS EM <i>SMARTPHONES</i>	37
2.3	NATIVOS DIGITAIS: NOVOS SUJEITOS DA APRENDIZAGEM.....	48
2.4	APLICATIVOS EDUCACIONAIS NA PESQUISA: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO.....	58
3	A PESQUISA QUALITATIVA SOB A ÓTICA DO PROFESSOR PESQUISADOR.....	76
3.1	O PROFESSOR PESQUISADOR E A PESQUISA QUALITATIVA.....	76
3.2	<i>LOCUS</i> E SUJEITOS DA PESQUISA.....	81
3.3	INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	86
3.4	A DINÂMICA DA PESQUISA.....	87
4	SELECIONANDO APLICATIVOS E DESENVOLVENDO ATIVIDADES: DESCRIÇÕES E ANÁLISES.....	91
4.1	ETAPA I - APROXIMAÇÃO DA PESQUISA POR MEIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	91
4.1.1	Amadurecendo a pesquisa no PROAFE.....	92
4.1.2	O material concreto geoplano e o aplicativo Geoplano Digital.....	94
4.1.2.1	<i>O material concreto geoplano nas aulas de Matemática.....</i>	95
4.1.2.2	<i>Explorando o aplicativo Geoplano Digital.....</i>	99
4.2	ETAPA II – EXPLORANDO APLICATIVOS E DESENVOLVENDO ATIVIDADES EM AULAS DE MATEMÁTICA.....	107
4.2.1	Seleção e classificação dos aplicativos para aulas de Matemática.....	108
4.2.2	Ações desenvolvidas na pesquisa.....	116

4.2.2.1	<i>Teste de Tabuada com o App Math Flash Cards.....</i>	120
4.2.2.2	<i>Resolvendo exercícios com App Teorema de Tales.....</i>	129
4.2.2.3	<i>Projetando e medindo ângulos com o App Protractor.....</i>	136
4.2.2.4	<i>Construindo tabelas e projetando gráficos da função afim com o App Desmos.....</i>	145
4.2.2.5	<i>Estudando a Função Afim com o App Matemática elementar móvel.....</i>	156
4.2.2.6	<i>Jogos Matemáticos em aplicativos.....</i>	160
4.2.3	Reflexão das ações da pesquisa: novos rumos.....	169
5	O APLICATIVO <i>DESMOS</i> E O ENSINO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA (Etapa III).....	172
5.1	O APLICATIVO <i>DESMOS</i> AUXILIANDO O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO QUADRÁTICA.....	173
5.1.1	<i>Aula inicial: trabalhando a Função Quadrática.....</i>	174
5.1.2	<i>Atividade 1: Tabela de dados e gráfico da Função Quadrática.....</i>	176
5.1.3	<i>Atividade 2: Analisando os coeficientes da Função Quadrática.....</i>	185
5.1.4	<i>Atividade 3: Os coeficientes da Função Quadrática e o comportamento da parábola.....</i>	190
5.1.5	<i>Atividade 4: Determinando o sinal do coeficiente da Função Quadrática por meio da análise do gráfico.....</i>	195
5.1.6	<i>Atividade 5: Os zeros da Função Quadrática.....</i>	197
5.1.7	<i>Atividade 6: Determinando os zeros da Função Quadrática conhecendo o discriminante e o gráfico.....</i>	200
5.1.8	<i>Atividade 7: Vértice da parábola e estudo do sinal da função quadrática.....</i>	203
5.1.9	<i>Atividade 8: Lei de formação da função quadrática conhecendo alguns pontos do gráfico.....</i>	206
5.1.10	<i>Atividade 9: Explorando a Função Quadrática: avaliando a aprendizagem dos alunos.....</i>	208
6	APLICATIVOS EDUCACIONAIS NA MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	215
	REFERÊNCIAS.....	229

1 O ESTOPIM E O ESBOÇO DA PESQUISA: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Lecionando Matemática em turmas do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual localizada em Cajazeiras – PB no ano de 2015, estávamos prestes a concluir o 3º Bimestre, com a abordagem dos conteúdos de função exponencial e função logarítmica em meados do mês de setembro, quando fomos surpreendidos pela atitude de um aluno, na sala de aula no turno manhã, ao lançar mão de um aplicativo utilizado para esboçar gráficos de funções. Nesta mesma época, estávamos nos preparando para participar do processo de seleção para esse programa de pós-graduação, tendo como um de seus requisitos uma proposta de projeto de pesquisa. Até o momento a dúvida em relação ao tema do projeto era algo que nos inquietava. Voltando para nossa realidade de sala de aula, durante todo o ano letivo, trabalhamos as funções matemáticas seguindo a proposta do livro didático, por meio de aulas expositivas e dialogadas e resolução de exercícios em sua maioria do livro didático. Um recurso tecnológico fortemente presente na sala de aula por posse dos alunos para seu entretenimento, alvo de críticas por todos que fazem o pedagógico e a direção escolar era e é o smartphone. Medidas de proibição de seu uso na escola sempre fora recorrente durante o ano letivo, mesmo assim os alunos sempre davam um jeito de usá-los na sala de aula. A atitude do aluno anteriormente evidenciada, se deu dias após propormos aos alunos a resolução de exercícios do livro didático, referente ao conteúdo função exponencial. Durante a realização dos exercícios em casa, um aluno sentiu dificuldade em esboçar os gráficos da função exponencial, buscando auxílio em um aplicativo móvel. No início da aula seguinte, esse referido aluno, em posse de seu smartphone, se dirigiu a mim. Ao mostrar o display do seu smartphone, percebi que se tratava de um aplicativo capaz de esboçar gráficos de funções. Até o momento, eu não conhecia aplicativos dessa natureza. A dúvida do aluno, no momento, não era mais referente a função exponencial, mas sim a função logarítmica. Ainda não tínhamos feito a abordagem desse conteúdo, mas sentindo-se motivado pelo aplicativo e curioso em saber como se comportava o gráfico da função logarítmica, o aluno me perguntou como configurar a função logarítmica no aplicativo, pois o mesmo, não estava conseguindo atribuir valores a base e ao logaritmando. Dada as instruções necessárias, ficamos inquietos com a atitude do aluno. A partir desse momento, começamos a amadurecer a proposta de pesquisa para seleção do mestrado em torno do uso de aplicativos móveis a priori para a projeção de gráfico de funções.

O estopim da pesquisa.

Estamos a todo tempo, sendo bombardeados por informações de natureza tecnológica, que atraem cada vez mais a nossa atenção para o uso de recursos, que ora visam facilitar algumas de nossas atividades diárias, ao mesmo tempo em que nos torna dependentes de seu uso, de forma benéfica ou não, a depender da

maturidade do uso tecnológico de cada indivíduo. Estando nós inseridos em uma sociedade, que a cada dia mais vem se preocupando com o domínio das tecnologias, não há como ficarmos ilesos de suas influências, seja qual for a área de atuação. Para Barros (2011), estas alterações têm repercutido em diferentes áreas sociais, sendo o campo educativo parte da mesma, não poderia ficar alheio a todas estas mutações.

De forma positiva, as escolas vêm ganhando recursos tecnológicos de natureza educacional, contempladas por meio de algumas políticas públicas. Porém, isso não significa dizer que esses recursos estão correspondendo às expectativas de uso a favor do processo de ensino e aprendizagem. Como exemplo, temos os laboratórios de informática que tem adentrado a realidade de grande parte das escolas públicas, as *lousas* digitais, os *Datashow*, entre outros recursos, frutos do crescente avanço tecnológico, que chegam à escola e ficam as suas margens.

Porém, o que temos visto, hoje, é que outro recurso tecnológico tem ocupado cada vez mais espaços dentro do ambiente escolar, mais precisamente no interior da sala de aula, sem fim pedagógico. Até o momento, o seu uso não tem sido promovido por políticas públicas, nem tão pouco pela motivação do pedagógico, direção e do corpo docente escolar. Os *smartphones* tem atraído a atenção dos jovens de hoje, fazendo com que eles não consigam se desconectar dos mesmos dentro do ambiente escolar. O uso frequente do *smartphone*, tem provocando constantes mudanças no comportamento dos jovens, fora e dentro dos muros da escola, que requer, em especial de nós professores, um olhar crítico e reflexivo sobre os impactos que tem causado na educação, a fim de reverter esse quadro de forma benéfica para ambas as partes.

Os alunos que estão nas salas de aula de educação básica hoje, tem se mostrado cada vez mais dependentes do uso das tecnologias móveis, em especial o *smartphone* que, associado à avalanche de aplicativos móveis, proporcionam aos jovens interatividade e mobilidade, como nunca tiveram antes. Esse novo perfil dos jovens, os levam a ser caracterizados como Nativos Digitais (PRENSKY, 2010), uma vez que nasceram imersos aos recursos tecnológicos, fazendo uso dos mesmos, à medida que iam desenvolvendo suas habilidades psicomotoras.

A obsessão pelo novo, por atualizações mais elaboradas, faz com que os jovens se tornem ainda mais dependentes de um mercado consumista, que visa atrair

seus consumidores por meio da tecnologia móvel. Nas escolas, onde os laboratórios de informática ficam à disposição dos alunos, percebemos que tal ambiente não atrai mais a atenção dos mesmos. Se o professor motiva o uso da tecnologia, para algum tipo de pesquisa educacional, os alunos priorizam o *smartphone* para realizar o feito.

Não só o mercado de *smartphones*, mas intimamente interligado a ele o dos aplicativos vem cada vez mais ganhando espaço, tanto na memória dos *smartphones* como na lista de prioridade dos jovens. É a partir dos aplicativos, que os *smartphones* ampliam seu leque de funções, atendendo as diversas necessidades dos jovens, podendo adquiri-los de forma gratuita ou paga, por meio de download nas lojas online, que atendem ao sistema operacional do *smartphone* em uso. Dentre as categorias de aplicativos que são produzidos popularmente, existem aqueles que desempenham caráter educativo e, que podem estimular a aprendizagem dos alunos.

Não podemos dizer que a escola esteja órfã de tecnologias e profissionais capazes de dominá-las a favor do processo de ensino e aprendizagem. Tudo isso está lá, mas ao analisarmos o nosso redor, chegamos à conclusão de que os recursos tecnológicos por si só não são capazes de atender à necessidade de professores e alunos. Alguns fatores têm impedido a educação de alçar voos mais altos nas asas da tecnologia, tais como: a falta de formação dos professores, tanto inicial quanto continuada, a precarização da infraestrutura dos laboratórios de informática e da rede de internet, falta de um profissional da área responsável pela manutenção do ambiente, entre outros.

Ao planejar uma aula, na qual o professor contemple o uso do laboratório de informática, a indisciplina dos alunos é a florada ao se depararem com máquinas que não funcionam corretamente, além do ambiente apertado, fazendo com que os objetivos almejados com a aula, não sejam atingidos. Essa realidade faz com que até mesmo, os professores que possuem habilidades tecnológicas sejam desmotivados em fazer uso do laboratório de informática, buscando outras formas de contemplar a tecnologia na sala de aula.

Podemos considerar alguns dos professores que já estão na sala de aula atual como Nativos Digitais, porém, não podemos deixar de caracterizar a maioria dos professores que lá estão como Imigrantes Digitais, por possuírem um perfil que, na maioria das vezes, resistem em fazer uso das tecnologias a favor do processo de

ensino e aprendizagem. Com isso, vemos nas salas de aulas Imigrantes Digitais tentando ensinar aos Nativos Digitais seguindo os mesmos padrões de antes. Com base nessa realidade, na condição de Imigrante Digital, Prensky (2010, p. 61) lança mão do seguinte questionamento: “Devemos obrigar nossas crianças Nativas Digitais a aprender nossos métodos antigos ou devemos nós, Imigrantes Digitais, aprender o novo? [...] Não importa quanto os Imigrantes desejem, os Nativos Digitais não voltarão atrás.”

Ao analisar a realidade até aqui apresentada, percebemos que na condição de professor pesquisador fazemos parte desse meio, não na condição de Imigrante Digital, mas sim de Nativo Digital que se encontra a frente da sala, onde mesmo diante de todos os problemas enfrentados, para fazer uso da tecnologia na sala de aula, conseguimos enxergar a partir da situação vivenciada em sala de aula, referenciada no início desse capítulo, uma forma de associar-se aos alunos por meio de algo que já é tão presente entre eles.

É notório que medidas de proibição dos *smartphones* na sala de aula não têm surtido efeito positivo, ao contrário, tem provocado ainda mais a euforia dos alunos para usá-los. Como já bem dizia um provérbio popular “*não pode com eles, junte-se a eles*”. Nesse âmbito, procuramos desenvolver estratégias capazes de tornar o *smartphone* útil na sala de aula de aula favorecendo a aprendizagem dos alunos.

Uma das coisas que nos chamou atenção, ao desenvolvermos essa pesquisa na perspectiva da aprendizagem móvel, comandado pelo uso do *smartphone*, é o fato do mesmo ter partido da necessidade de um aluno fazer uso dessa tecnologia, a favor da sua aprendizagem. Uma pena não ter tido a oportunidade de retribuir de forma mais significativa as expectativas daquele aluno, uma vez que já estava no fim do ano letivo e, somente dois anos depois é que a pesquisa ganhou forma e aplicabilidade, quando não mais lecionava na turma dele. Contudo, tenho a consciência de que aquele não era o momento certo, sabia da necessidade de um amadurecimento de ideias e reflexões sobre como chegar à sala de aula com essa proposta.

Ao elucidar as primeiras estratégias de nossa pesquisa, fincamos na intenção de analisarmos os resultados obtidos com a mesma, respondendo ao seguinte questionamento: *Quais as potencialidades dos aplicativos educacionais móveis ou de smartphones voltados a aprendizagem da Matemática? Para se chegar a resultados*

capazes de responder plausivelmente a nossa pergunta de pesquisa, foi-se necessário determinar objetivos que fortalecessem nossas ideias, tais como: *Selecionar em meio a gama de aplicativos disponíveis para downloads os que se caracterizam no perfil de educacional; verificar as potencialidades dos aplicativos educacionais móveis na aprendizagem da Matemática.*

Tomando posse das primeiras leituras que nos remetiam a pesquisas que faziam uso do *smartphone* ou *tablet* na sala de aula, percebemos que a nossa proposta de pesquisa se encaixava dentro de algo que já vinha sendo pesquisado, ou seja, a Aprendizagem Móvel. Esse modelo de aprendizagem vem ganhando espaço desde o surgimento da educação à distância, alavancada pelo surgimento das tecnologias móveis, a exemplo do *tablet* e *smartphone*, entre outros. Com isso, percebemos que o nosso trabalho, envolvendo a aprendizagem, seria pilotado pelo *smartphone*, com base na realidade por nos até aqui exposta.

Não tinha como tentar fugir da nossa realidade de sala de aula, a mesma estava intrínseca na pesquisa desde o primeiro momento. Sendo assim, na condição de professor pesquisador passamos a vislumbrar nossa pesquisa caracterizada nos padrões de uma pesquisa qualitativa pedagógica, buscando subsídios teóricos em Lüdke e André (1986), Bogdan e Biklen (1994) e Lankshear e knobel (2008). Assim, ao nos preocuparmos com o contexto, a qual estávamos inseridos, acreditando que as ações seriam melhor compreendidas quando observadas no ambiente natural, passamos a pesquisar a realidade de nossa própria sala de aula.

Embasados por essas ideias, começamos a determinar o nosso campo de atuação. Já tínhamos consciência de realizar a pesquisa na nossa sala de aula, porém sentíamos a necessidade de um contato, uma reflexão que antecedesse esse momento, a ponto de chegarmos mais preparados para lidar com as possíveis dificuldades que viriam a surgir com a realização das atividades. Para isso, realizamos um estudo de caso piloto, fazendo uso dos recursos tecnológicos que almejávamos explorar com o desenvolvimento da pesquisa.

Os dados da pesquisa foram sendo levantados/coletados inicialmente por meio de registros de observações escritos/digitados, em momentos pertinentes durante e após a realização das atividades de pesquisa. Fez-se necessário o uso de fotografias para o registro de algumas atividades. Em momento posterior as atividades, voltamos

à sala de aula com um questionário escrito para os alunos, a fim de recolher informações que nos permitissem melhor analisar a prática realizada em sala de aula. Sem contar, no uso do *smartphone* e dos respectivos aplicativos utilizados durante toda a pesquisa.

O primeiro contato com o campo de pesquisa se deu juntamente aos alunos do curso de Licenciatura em Matemática da UEPB, ao desenvolverem atividades de monitoria com alunos do Ensino Fundamental da rede pública municipal, no laboratório de Matemática do Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba. Os monitores planejam as oficinas a serem ministradas sob a Orientação do professor coordenador do Programa de Apoio à Formação de Educadores e Educandos do Município (PROAFE), a qual estão vinculados. Desse modo, vimos nesse ambiente a possibilidade de uma reflexão crítica sobre os primeiros passos da pesquisa, identificando limitações e potencialidades de forma compartilhada, contando a colaboração de todos os envolvidos, desde o momento do planejamento, até o momento de avaliação da prática.

Para esse momento foi planejado uma oficina, abordando o conteúdo de área e perímetro de figuras planas, fazendo o uso do material concreto geoplano, disponível no laboratório de Matemática. Como intervenção da nossa proposta de pesquisa, com o intento de confrontar ideias, planejamos também uma outra oficina, na perspectiva tecnológica, fazendo uso do aplicativo *Geoplano Digital*. O debate travado ao fim da realização das oficinas, contribuíram muito para a elaboração das próximas etapas da pesquisa, nos deixando seguros diante de algumas eventualidades vulneráveis ao uso das tecnologias.

Buscamos refletir, criticamente, cada vez mais sobre a nossa proposta de pesquisa, antes de atingir a nossa sala de aula. Falar de tecnologia é fácil, ela está em todo local, nos deixando refém de suas funcionalidades a todo tempo, mas se fazia necessária buscar subsídios, que nos fizessem ver nas tecnologias aplicabilidades rendáveis na área da educação. Em suas pesquisas sobre tecnologias, em especial no ensino da Matemática, ao questionar sobre como transformar as tecnologias que se tem acesso dentro do ambiente escolar, em ferramentas tecnológicas, Dullius e Quartieri (2015, p. 14) acentuam que:

Devemos estar conscientes de que não é a tecnologia ou qualquer outro recurso que vai melhorar ou resolver os problemas de aprendizagem da

Matemática. Defendemos que as tecnologias são um recurso indispensável, mas que deve ser integrado na sala de aula de forma adequada. O que está em discussão é, acima de tudo, aquilo que se faz com a tecnologia na sala de aula. Dessa forma, e de acordo com a investigação, podemos acrescentar que não há evidências de que o computador seja uma ferramenta mais eficaz que o *tablete* ou vice-versa. O que importa é o que pretendemos fazer com a ferramenta, como a vamos utilizar e para que.

A resposta dada ao questionamento apresentado acima, nos fez ver que o fato do *smartphone* está na moda, não descaracteriza as tecnologias que a antecederam, na qual temos registros de sua aplicabilidade e contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, como exemplo, o uso de *softwares* educacionais por meio de computadores nos laboratórios de informática. Isso nos faz ver o quanto a nossa pesquisa é capaz de contribuir para a disseminação do uso das tecnologias móveis na educação, onde o *smartphone* seja visto na sala de aula de uma forma diferente, pelos alunos. Usar o *smartphone* por usar na sala de aula, isso os alunos já vêm fazendo muito bem, logo, de nada valerá a nossa intervenção pedagógica se não desenvolvermos nos alunos esse novo comportamento frente ao uso do *smartphone* na sala de aula.

Conscientes da nossa responsabilidade, iniciamos uma busca incessante nas lojas virtuais de download de aplicativos, com a finalidade de selecionar os que atendessem a nossa proposta de pesquisa, se enquadrando no perfil de aplicativo educacional, que abordam conteúdos matemáticos. Outro critério, no momento de seleção dos aplicativos, era atender aos conteúdos que estavam sendo trabalhados pelo professor pesquisador, de acordo com o seu planejamento anual, priorizando os aplicativos que abordavam os conteúdos trabalhados no momento previsto, para aplicação das atividades de pesquisa.

Para essa etapa da pesquisa, selecionamos mais sete aplicativos, que foram capazes de subsidiar seis atividades de pesquisa, sendo eles: *App Math Flash Cards Free*; *App Teorema de Tales*; *App Protractor*; *App Desmos*; *App Matemática Elementar Móvel*; *Math Jump* e *Math Parking*. Ao explorarmos inicialmente os aplicativos, para planejarmos as atividades de pesquisa, ficamos inquietos quanto as características identificadas nos aplicativos, em se tratando da forma como abordam os conteúdos matemáticos, nos levando a categorizá-los em: Aplicativo Informativo;

Aplicativo de Resolução de Exercícios; Aplicativo Lúdico Matemático; Aplicativo de Teste Matemático; Aplicativo Concreto Digital e Aplicativo Abstrato Digital.

Adentrando a nossa sala de aula, as atividades de pesquisa foram desenvolvidas nas series finais do ensino fundamental e nas turmas de ensino médio da Escola A (Escola da rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte) na cidade de Tenente Ananias – RN, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio da Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba) na cidade Cajazeiras – PB e, por fim na turma de 5º Ano do Ensino Fundamental da Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba), também na cidade de Cajazeiras.

A participação ativa dos alunos, na maioria das atividades, foi algo que a todo tempo chamava a nossa atenção, onde tivemos a oportunidade de ver os alunos sendo protagonistas da sua própria aprendizagem. A postura dos alunos, no momento e após as aulas, fazendo uso dos *smartphones*, faz sentido ao tomarmos conhecimento das ideias de Barros (2011, p. 98-99), ao enfatizar que:

O contato com as tecnologias é essencial para que o aluno manifeste sua criatividade, ou seja, é o “espaço” no qual ele pode ser criativo e utilizar suas potencialidades de maneira integral, testar hipóteses e explorar toda sua espontaneidade criativa. O uso de tecnologias, enquanto recurso pedagógico, proporciona aprendizagens e desenvolvimento, além de oferecer melhor domínio na área da comunicação.

Ideias dessa natureza estiveram a todo tempo nos fazendo acreditar que estávamos no caminho certo, ao trabalharmos com essa abordagem tecnológica em nossa pesquisa. A medida que os estudos, em torno do problema de pesquisa, foram se desenvolvendo, conseguíamos atender as diferentes realidades da sala de aula do professor, que na situação de pesquisador não teve condições de se ausentar, em momento algum, da sala de aula para se dedicar integralmente as atividades de pesquisa. Esse fato teve um ponto positivo, pois, dessa forma, protagonizamos uma pesquisa de caráter pedagógico na nossa própria sala de aula.

Acreditávamos que ao chegarmos ao fim das atividades de pesquisa até aqui planejadas, conseguiríamos de forma satisfatória concluir a nossa pesquisa, ao analisarmos os resultados e refletirmos criticamente sobre eles. Porém, um dos

aplicativos explorados nos chamou a atenção, por este apresentar uma quantidade maior de ferramentas, que nos permitiam explorar conteúdos algébricos, de forma que, sentimos muito limitada a sua contribuição, até esse momento da pesquisa. Desta feita, concluímos as análises pertinentes aos aplicativos e atividades desenvolvidas e traçamos um novo planejamento didático, voltando-se para o aplicativo *Desmos*, a fim de explorar melhor suas ferramentas.

Para a atividade que culminou a presente pesquisa, escolhemos o mesmo público alvo que explorou o aplicativo na segunda etapa do estudo, os alunos da turma do 1º Ano do Ensino Médio da Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), desta vez, abordando o conteúdo de função quadrática, seguindo a ordem de conteúdos planejadas pelo professor regente. O aplicativo *Desmos* dispõem de um recurso algébrico, numérico e gráfico, capaz de explorar o ensino de função de forma dinâmica e plural.

Com relação aos recursos tecnológicos que dispõem de ferramentas semelhantes ao do aplicativo *Desmos* as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 89) relata que:

Para o estudo das funções, das equações e das desigualdades da geometria analítica (retas, círculos, cônicas, superfícies), tem-se uma grande variedade de programas de expressão. Em muitos desses programas, pode-se trabalhar tanto com coordenadas cartesianas como com coordenadas polares. Os recursos neles disponibilizados facilitam a exploração algébrica e gráfica, de forma simultânea, e isso ajuda o aluno a entender o conceito de função, e o significado geométrico do conjunto-solução de uma equação-inequação.

Como consequência do crescente avanço tecnológico, dispomos hoje dessas mesmas vantagens, por meio de aplicativos em *smartphones*, o que antes só era possível através de *software* em computadores. Com as atividades desenvolvidas, no primeiro momento de exploração do aplicativo *Desmos*, percebemos que o mesmo contribuiu de forma significativa na construção de conceitos e ideias acerca conteúdo de função afim, propiciando ao aluno a capacidade de transitar por diferentes representações, sejam elas de natureza algébrica, verbal, numérica ou gráfica. Analisando o que diz Friedlander e Tabach (2001), a respeito das representações,

planejamos as atividades de forma a explorar o conteúdo de função quadrática, por meio do aplicativo *Desmos*, no intuito de identificar outras potencialidades no seu uso.

Algumas atividades não foram apresentadas aos alunos dentro de um contexto, caracterizando-o como situação-problema, porém acredita-se que qualquer situação que venha causar desafio e interesse pode vir a ser configurar em um problema, nos levando a perceber com as atividades desenvolvidas na pesquisa que a forma como um aluno encara um problema, pode nem ser considerado problema para outro (SILVA, 2013). Essa ideia é fortalecida em Silva e Andrade (2016, p.24), onde além de enfatizar esse pensamento, nos mostra que:

Para que se tenha interesse em buscar a solução do problema, faz-se necessário uma descrição clara da situação, o estabelecimento das metas esperadas, o controle e ajuste do tempo e a identificação da importância ou significância da tarefa em relação aos objetos que se pretende alcançar.

Na busca em desenvolver um caminho metodológico que contemplasse essas características foi que desenvolvemos as nossas atividades de pesquisa, atento ao que cada momento poderia propor de aprendizagem tanto para os alunos como para nós na condição de professor pesquisador. De acordo com Silva e Andrade (2016, p.25) “uma tarefa passa a ser interessante quando se busca desenvolver no aluno a capacidade de aprender com autonomia e com isso se busquem melhorias no aprendizado.” Ao apoiar-nos nessa ideia, temos a convicção de que grande parte das atividades de pesquisa atende a esses pré-requisitos, uma vez que desenvolvermos uma ação pedagógica na qual fizemos uso dos aplicativos em *smartphone* para auxiliar os alunos no desenvolvimento dos cálculos proporcionando-os um maior tempo para o desenvolvimento de estratégias e análise do problema como um todo.

De forma geral, para melhor situar as ideias da pesquisa, organizamos as atividades desenvolvidas em três momentos. Na Etapa I – *Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo*, descrevemos a atividade realizada com o aplicativo GeoPlano Digital no museu. A Etapa II – *Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades*, organizamos as ideias referente ao momento de seleção e classificação dos aplicativos, assim como a descrição e análise das atividades desenvolvidas. Por

fim na Etapa III – *O aplicativo Desmos e o ensino de Função Quadrática*, voltamos nossa atenção para atividades desenvolvidas com o aplicativo *Desmos*.

As atividades desenvolvidas, com a pesquisa, nos permitiram alcançar os objetivos inicialmente traçados, nos dando suporte suficiente para responder o questionamento feito nesta pesquisa. A forma com as atividades fora desenvolvida e aceitas na sala de aula pelos alunos, transpareceu a motivação e interação entre eles, algo não identificado em situações anteriores à prática. Assim, acreditamos que o uso das tecnologias, em especial as móveis, ocupa um lugar de destaque na sociedade, sendo cada vez mais priorizada pelos jovens que, em sua maioria, são nossos alunos, nos desafiando a explorar suas potencialidades, dentro e fora da sala de aula, a favor do processo de ensino e aprendizagem.

Até chegar a realização das atividades desenvolvidas com a pesquisa, traçamos um percurso bibliográfico capaz de embasar nossas ideias iniciais e fortalecer as discussões antes, durante e após a realização da pesquisa. O que extraímos dessas leituras, mediante a nossa curiosidade de pesquisar sobre o tema, estão presentes no capítulo apresentado a seguir, que antecede as descrições de nossa metodologia de pesquisa qualitativa pedagógica e as posteriores das etapas de desenvolvimento das atividades de pesquisa.

Iniciaremos as discussões a respeito dos aplicativos digitais sob a ótica da aprendizagem móvel na Matemática, discutindo as primeiras ideias acerca do telefone celular, até se tornar o que hoje chamamos de *smartphones*, considerando as influências do uso desse recurso tecnológico no ambiente escolar, especificamente, no âmbito da Educação Matemática. Nos atentaremos a alguns dados, que nos permitirão crer na presença cada vez mais dominante dos aplicativos e *smartphones* na sociedade hodierna (APP ANNIE, 2017; APP ANNIE, 2018; TIC KIDS ONLINE BRASIL, 2017).

Com isso, refletiremos sobre novas possibilidades de aprender e ensinar Matemática, através de aplicativos móveis em *smartphones* (BOTZER; YERUSHALMY, 2007; FTD, 2015?; KOOLE, 2009, OZDAMLI, 2012; SKILLEN, 2015; UNESCO, 2013). Feito isso, buscamos entender como os jovens contemporâneos se caracterizam frente ao uso frequente dessas tecnologias que tem afetado a forma de pensar e comporta-se (FRAND, 2000). Analisando esse novo perfil dos jovens,

passamos a vê-los como novo sujeito da aprendizagem ao serem caracterizados como Nativos Digitais (PRESNKY, 2010).

Para que pudéssemos melhor selecionar os aplicativos que subsidiariam nossas atividades de pesquisas, deixamo-nos guiar por ideias defendidas, as quais criteriosamente, analisam as funcionalidades dos aplicativos educacionais (XAVIER, 2013; ECONOMIDES, 2018). Ao término dessa parte de embasamento bibliográfico, a respeito da aprendizagem matemática por meio de aplicativos móveis em *smartphones*, explanamos relatos de algumas pesquisas desenvolvidas em diversas partes do mundo, que comungam da mesma ideia que a nossa ao trabalharem com aplicativos (DRIGAS; PAPPAS, 2015; ATTARD; NORTHCOTE, 2011; ATTARD; NORTHCOTE, 2012).

A forma como as etapas da pesquisa se relaciona, nos faz perceber que a gama de atividades desenvolvidas na *Etapa II* foi planejada com base nas dificuldades identificadas na *Etapa I* da pesquisa. Ao mesmo tempo, chegamos à conclusão que a realização da *Etapa II* foi de suma importância para que pudéssemos identificar no aplicativo *Desmos* suas características que nos instigaram a desenvolvermos um trabalho mais específico com tal aplicativo que resultou na *Etapa III*. A seguir teremos contato com a forma de exploração e resultados das atividades de pesquisa.

2 OS APLICATIVOS DIGITAIS SOB A ÓTICA DA APRENDIZAGEM MÓVEL NA MATEMÁTICA

Os aplicativos digitais vêm ganhando cada vez mais espaço na sociedade graças ao seu vasto campo de atuação. Por meio do avanço tecnológico, direcionado ao telefone celular, suas características foram sendo moldadas ao que conhecemos hoje como *smartphones*, sendo ele o hospedeiro dos aplicativos móveis (PORTO, 2012). A mobilidade de outros recursos tecnológicos tem configurado um novo modelo de aprendizagem, a qual conhecemos por aprendizagem móvel. Neste momento, nos debruçaremos sobre uma aprendizagem móvel, permeada exclusivamente por aplicativos em *smartphones*.

A necessidade de se aproximar dessa tecnologia tão presente no dia a dia dos nossos alunos, nos leva a buscar subsídios que nos permitam atrair esse recurso a favor do processo de ensino da aprendizagem. A forma como nossos alunos, considerados como Nativos Digitais (PRENSKY, 2010), conduzem essa tecnologia não pode passar despercebida aos nossos olhos. Dentre a grande quantidade de aplicativos existentes, devemos ser criteriosos em selecionar aqueles considerados como aplicativos educacionais, desfrutando das potencialidades que esse recurso tem a oferecer dentro e fora da sala de aula, a favor da aprendizagem, tomando por base pesquisas que vem sendo realizadas sobre o tema.

2.1 DO TELEFONE CELULAR AOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES: INFLUÊNCIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Em se tratando da tecnologia, a capacidade inerte dos objetos tem se suprimido por meio de uma dinâmica frequente de mudanças, oriundas da curiosidade humana e sua necessidade de sobrevivência. A todo instante, as coisas estão se reinventando, tomando novas formas, ocupando novos espaços, provocando em nós seres humanos inquietações e diferentes comportamentos na tentativa de se adaptar ou até mesmo moldar-se a uma sociedade que sofre fortes influências do constante crescimento tecnológico. Nesta perspectiva, Carreira (2009, p.63) reforça nossa ideia inicial ao dizer que: “os seres humanos são constituídos pelas tecnologias, no sentido em que estas transformam e modificam o seu raciocínio, mas simultaneamente, são os seres humanos que estão a transformar continuamente as tecnologias”.

Essa transformação tecnológica tem acontecido de forma tão rápida que não é preciso ter nascido em décadas tão distantes para perceber tal evolução, basta tomarmos como exemplo o primeiro telefone móvel. Mesmo não o possuindo, foi e é possível acompanhar, por meio de noticiários de qualquer natureza, a sua gênese e suas atualizações, ficando a imaginar qual será as novas ferramentas agregadas aos *smartphones*, ao mesmo tempo em que o idealizamos daqui a alguns anos.

Até se chegar a concretização de uma ferramenta tecnológica, muitos estudos e experimentos são desenvolvidos contando com sucessos e insucessos. É possível perceber que uma vez construído tal artefato tecnológico, a sua formatação e evolução acontece de forma tão rápida – como podemos acompanhar hoje em dia – a ponto de mesmo antes de nos adaptarmos, surgir uma nova configuração, nos permitindo o acesso a novas funções ao fazermos uso do artefato tecnológico.

A disseminação das informações começou a se propagar de forma rápida e direta pelo mundo com o surgimento da internet, que durante muito tempo, teve como seu principal meio de acesso os microcomputadores. Hoje, a facilidade de acesso à internet e o quanto a mesma é responsável pela realização de diversas atividades recorrentes do nosso dia a dia, mostra sua influência no nosso modo de agir e pensar, ao mesmo tempo em que estamos nos tornando cada vez mais dependentes de seus benefícios (LIMA, 2016).

Tendo o computador ferramentas capazes de suprir necessidades de um telefone móvel e vice e versa, há pouco tempo as pessoas vem se dividindo quanto ao uso dessas ferramentas. Acreditamos que hoje essa disputa já tem um vencedor, moldado pelo fato do microcomputador não ser prioridade na lista de acesso à informação por parte dos jovens. Yerushalmy e Ben-Zaken (2004) enfatizam que embora os computadores de mesa façam parte da nossa cultura diária, eles não são portáteis e pequenos o suficiente para ser uma ferramenta pessoal que cada aluno possa usar na escola.

Com a ascensão das redes sociais, inicialmente acessadas via internet por meio dos microcomputadores, o acesso ao telefone móvel foi ganhando espaço na sociedade, passando a ser a principal opção dos jovens. Os computadores foram ocupando espaço na sociedade, se moldando a portabilidade na intenção de proporcionar uma melhor acessibilidade, com o surgimento dos *notebooks* e *tablets*. Foi esse o desejo de muitos jovens, ter um microcomputador ou *notebook* para acesso à internet na sua própria casa e, usá-los como auxílio nas atividades escolares.

De acordo com Yerushalmy e Ben-Zaken (2004), no que tange a exploração dos recursos tecnológicos que favorecem a aprendizagem, desde o computador até o *smartphone*, a escola tem se mostrado lenta.

Nesse embasamento, Yerushalmy e Ben-Zaken (2004, p. 5-6, tradução nossa) ressaltam:

O desenvolvimento de novos usos e novos hardwares para telefones celulares parecem se mover na direção oposta: a partir de um dispositivo pessoal, sempre disponível para comunicação verbal, funções foram adicionadas para criar usos que em breve tornariam o telefone a melhor opção para uso geral e computador pessoal. A comunidade de educação revelou-se lenta para explorar a nova realidade que este dispositivo introduz. Embora ainda haja muito a aprender sobre os usos de telefones celulares para outros fins que não os chamados telefônicos, torna-se óbvio que tratá-los apenas como uma distração para a escola e para a educação apropriada é o caminho errado a seguir (como nós tratamos os computadores na escola há uma geração atrás). Os telefones celulares e a aprendizagem móvel permitirão que os alunos aprendam a qualquer hora, em qualquer lugar e com qualquer mídia. Por exemplo: o celular já possui as opções tecnológicas que a indústria de calculadoras está buscando agora por razões pedagógicas. Assim, mobilidade, disponibilidade e flexibilidade são as palavras-chave aqui.¹

Não demorou muito tempo para os telefones móveis começarem a se reinventarem em forma, tamanho e funções. Largos e/ou finos, grandes e/ou pequenos, começaram a enviar mensagens de texto, o SMS, ou *short message service* (serviço de mensagens curtas), em seguida fotografar, gravar e ouvir áudios até ser possível acessar a internet. Depois de atingir tal feito, a nova roupagem dada aos telefones móveis fez com que o mercado passasse a se preocupar mais com a produção dessa tecnologia, uma vez que a aceitação do público da sociedade atual deixa transparecer a prioridade em acessar a internet não mais sentado frente a um *desktop*.

¹ The development of new uses and new hardware for mobile phones seem to move in the opposite direction: Starting from an always available personal device for verbal communication, functions have been added to create uses that would soon turn the phone to be the ultimate general purpose handbag and personal computer. The education community has proved slow to explore the new reality that this device introduces. While there is still a lot to learn about uses of cellular phones for purposes other than phone calls, it becomes obvious that treating them only as a distraction to school and to the proper education is the wrong way to go (as we treated computers in school a generation ago). Mobile phones and mobile learning will allow students to learn anytime, anywhere and with any media. For example: the mobile phone already possesses the technological options that the industry of calculators is now seeking for pedagogical reasons. Thus mobility, availability and flexibility are the keywords here (YERUSHALMY; ZEN-ZAKEN, 2004, p. 5-6).

Essa constante transformação, que vem sofrendo os telefones móveis, provocada pela atualização de suas funções compete ao mesmo a nomenclatura de *smartphone*. Em seus escritos, Abreu (2013, p. 39), apresenta a ideia em relação ao *smartphone*:

Numa definição simplista poderia se dizer que o *smartphone* é o estágio mais evoluído do celular comum, o *feature phone*. O “celular inteligente”, como é chamado em grande parte da mídia que veicula notícias sobre telefonia, tem duas características básicas que o diferenciam do antecessor. Dispõe de um sistema operacional que o aproxima em termos tecnológicos de um computador de mão e é multifuncional, ou seja, agrega no mesmo aparelho, vários outros.

Esses telefones inteligentes atendem grande parte das necessidades oriundas do dia a dia dos jovens de hoje. Os *smartphones* têm alcançado locais nunca antes atendidos, devido à imobilidade de outros recursos tecnológicos que fazem uso da internet, como os computadores de mesa. Isso é possível por meios das diferentes possibilidades de se conectar à internet em um *smartphone*, seja ela por meio de redes *Wi-fi*, proveniente de algum provedor de internet ou também por meio dos dados móveis nos locais onde os sinais das operadoras telefônicas alcançam.

A compactação de atividades, que podem ser desenvolvidas em um mesmo aparelho de porte irrelevante, quando comparado com todas as demais tecnologias que antes eram usadas para realizar tais funções, é fruto de um crescente avanço tecnológico e que não para por aqui. Se ousarmos entender de onde vem tanta inovação tecnológica, iremos nos deparar nesse exato momento com novos estudos experimentais na tentativa de aprimorar ainda mais as ferramentas tecnológicas que já conhecemos, permitindo-as ganharem mais espaço na sociedade.

Com base nas tecnologias, até então desenvolvidas, em 1956 a Ericsson lançou mão da produção do primeiro celular, chamado de Ericsson MTA (*Mobilie Telephone A*). A sua capacidade de mobilidade só era possível mediante muito esforço, pois o mesmo chegava a pesar 40 quilogramas. A portabilidade dos celulares foi alcançada no ano de 1973 com o lançamento do *Motorola Dynatac 8000X*, que para a época atendia aos padrões de mobilidade e portabilidade, pesando 1 (um) quilograma o aparelho foi produzido pela Motorola (SANCHES, 2011).

A metamorfose tecnológica em torno dos celulares, nos faz ver que “os *smartphones* ou telefones inteligentes entraram no mercado em 2007 pela *Apple*

(*Iphone*) e em 2008 pelo *Google (Android)*” (LIMA, 2016). Com o *display* totalmente colorido e desempenhando diversas funções antes realizadas apenas nos microcomputadores, fez com que a procura desse produto no mercado, pelos jovens, aumentasse cada vez mais.

Estamos sempre tentados a fazer algo que facilite as nossas atividades diárias, que diminuam a quantidade de materiais que devemos usar, entre outras formas de conforto e acessibilidade, ao mesmo tempo (DÂMASO, 2014). Imagine postar uma foto em uma de suas redes sociais! Tempos atrás, eram necessários uma câmera fotográfica, um cabo USB e um microcomputador, dispor de tempo e habilidade para manuseá-los. Tomando por base esse exemplo, com os *smartphones*, todas essas atividades podem ser realizadas em questão de segundos, com um único aparelho que cabe na palma de sua mão e sem precisar sair do local em que fez o registro fotográfico.

Colocando o microcomputador frente a frente com o *smartphone*, não significa dizer que o último foi idealizado na tentativa de substituir o primeiro, mas sim oferecer aos interessados a possibilidade de realizar diversas atividades de forma mais prática e acessível. Os microcomputadores continuam tendo a sua importância por desempenharem funções que são específicas ao seu uso, por apresentar uma melhor visualização do que está sendo trabalhado em seu *ecrã*, por meio de *softwares* que são específicos para microcomputadores.

A crescente ascensão dos *smartphones* se dá graças aos aplicativos, sem eles as funções antes utilizadas nos celulares como ligações de voz e o envio de mensagens ainda eram dominantes. Essa informação é fortalecida por Abreu (2013, p. 53) ao dizer que “o número de aplicativos cresce exponencialmente a cada mês e são utilizados nas mais diversas atividades humanas, com os mais diferentes objetivos, inclusive de forma legal e ilegal”. Da mesma forma que os *softwares* adicionam funcionalidades aos microcomputadores, os aplicativos exercem a mesma responsabilidade aos *smartphones*, como assim apresenta Abreu (2013, p. 52):

Assim como os computadores pessoais (PC) precisam de um sistema operacional como o Windows ou o Linux para funcionarem, os *smartphones* também precisam de sistemas operacionais específicos para esse tipo de aparelho. Existem vários sistemas, cada um desenvolvido por uma empresa da área, como o *Android*, da *Google*; o *iPhone OS*, da *Apple*; o *BlackBerry*, homônimo da empresa, o *Windows Phone*, da *Microsoft* e o *Symbian*, da *Nokia*, entre outros.

Podemos dizer que os aplicativos alavancaram o crescente avanço tecnológico dos *smartphones*, uma vez que os mesmos precisam dispor de suporte técnico capaz de acomodar a grande quantidade de aplicativos utilizados pelos usuários de hoje.

Nossos jovens nasceram depois do surgimento dos microcomputadores, tendo sua maioria visto os aparelhos celulares ocuparem cada vez mais espaço na sociedade. A familiarização dos jovens com os *smartphones* é característica predominante do novo século. Não podemos ignorar a postura dos jovens de hoje impactadas pelo uso frequente das tecnologias. As redes sociais a exemplo do *Orkut* e do *Facebook* são pioneiras nas mudanças sociais desde o acesso estático, por meio dos microcomputadores, até o móvel por meio dos aplicativos (LIMA, 2016).

Essa ideia é fortalecida pelo Manual de Tecnologia da FTD (2015?, p. 20) ao afirmar que “os meios digitais causaram uma verdadeira revolução e a comunicação sem dúvida foi uma das áreas que sofreu maior impacto”. Como prova disso temos os e-mails, ou correios eletrônicos, tidos como a primeira ferramenta a encurtar distâncias. Com o passar dos tempos, as formas de comunicação foram se ampliando, parte delas em tempo real, disponível nos computadores pessoais ou nos dispositivos móveis por meio dos chats, fóruns e aplicativos específicos de comunicação (FTD, 2015?).

Novas tecnologias estão surgindo no mundo dos dispositivos móveis ocupando nossos espaços hoje. Vivemos no mundo dos aplicativos, ou simplesmente App. Não é necessário ir ao banco para realizar pagamentos e transações, nem tão pouco máquinas fotográficas para registros da paisagem, aparelhos de som para ouvir músicas, ir as lojas físicas para realizar compras de diversas naturezas, entre outras atividades do nosso dia a dia. Com a disseminação dos aplicativos nos *smartphones* é possível sem sair do seu comodismo realizar tarefas como as elencadas anteriormente e muito mais (LIMA, 2016).

O entretenimento, proporcionado por meio dos aplicativos, fortalece ainda mais a ideia de que vivemos no mundo dos Aplicativos. Durante filas de espera e no uso de transportes públicos, os cidadãos da era do conhecimento com o uso dos seus *smartphones* jogam, fotografam, ouvem músicas, consultam sites, agendas, GPS, assistem seus filmes e séries favoritas sem serem incomodados pelo desconforto e tédio que antes sentiam frente a situações corriqueiras como essas. Por outro lado, esse comportamento tem afetado as relações pessoais. Existe aplicativos para cada uma dessas atividades e que a todo tempo estão sendo aperfeiçoados na tentativa de

tornamos ainda mais consumistas e dependentes das tecnologias móveis (BLOG DO ANDROID, 2014).

De acordo com o Blog do Android (2014), os aplicativos surgiram devido os jogos online. Durante muito tempo, a frequência com que crianças e adolescentes procuravam ambientes com vídeo game para jogos foi notável e crescente. Logo em seguida, o acesso a esses jogos foi transferido para os microcomputadores e a procura por *Lan house* também foi impactante na época. A procura por jogos online vem aumentando até os dias atuais. Na tentativa de ganhar ainda mais espaço no mercado e, conseqüentemente, atender à necessidade dos jovens foi que surgiram os primeiros aplicativos de natureza lúdica. Esse foi o primeiro passo dado na criação dos aplicativos que não demorou muito para atender outras demandas da sociedade.

Os aplicativos são programas que adicionam funções ao celular, tornando-o multitarefa (BLOG DO ANDROID, 2014). Eles são um atrativo a mais nos *smartphones*, pois servem tanto para facilitar a vida por meio dos aplicativos utilitários, como também para o divertimento, com os aplicativos de jogos e redes sociais. São encontrados em diversas categorias como entretenimento, música, automação comercial, educação, interação social dentre outros. O valor comercial desses aplicativos para os usuários pode ser gratuito ou pago e muitos apresentam a vantagem de serem utilizados quando você estiver conectado ou não à internet (PAPEL, 2012).

Alguns dos aplicativos, já vem instalados no aparelho, enquanto que, em outros faz-se necessário *download* conforme interesse do usuário. Para baixa-los, você pode fazer o *download* através do próprio *smartphone*. Primeiro, identifica-se por meio de qual sistema operacional o aparelho está vinculado. Esses sistemas operacionais foram desenvolvidos especialmente para funcionar em dispositivos móveis, como *tablet* e *smartphone* (PAPEL, 2012). Os mais conhecidos são o *Android* da *Google*, e o *IOS* da *Apple* que dispõem de lojas virtuais criadas por cada empresa como a *Play Store* e a *App Store* respectivamente (BLOG DO ANDROID, 2014). O aparelho precisa estar conectado à internet para realizar o *download* dos aplicativos.

Segundo Porto (2012), o ranking da Flurry mostra o Brasil ocupando a 10ª colocação entre os países que mais utilizam os sistemas operacionais, como o *IOS* e *Android*. Isso comprova por que o mercado dessas tecnologias tem crescido tanto em nosso meio, nos levando a pensar no quantitativo de dispositivos móveis espalhados e conseqüentemente milhares de aplicativos sendo usados ao mesmo tempo. Dessa

forma passamos a acreditar que os aplicativos dispõem de grandes vantagens para todos os seus usuários, mas não é bem assim. É preciso se atentar e ter um olhar crítico sobre esse artefato tecnológico capaz de elucidar algumas desvantagens.

A facilidade de uso, um menor custo de acesso, permitindo um melhor uso dos recursos disponíveis e o acesso off-line, são algumas das principais vantagens proporcionadas pelo uso dos aplicativos, enquanto que a constante atualização das versões dos aplicativos e as diferentes plataformas operacionais são vistas como algumas das desvantagens ao usá-los. Ao serem planejados, os aplicativos permitem uma experiência melhor ao fazer uso dos seus recursos nas interfaces dos dispositivos, otimizando a navegação e agilizando as ações (PORTO, 2012)

Uma vez adaptada aos dispositivos móveis, a interface dos aplicativos permite um trânsito de dados mais acessível e rápido quando comparados ao uso de navegadores mais convencionais, permitindo o acesso por meio de conexão móvel, seja via dados ou *Wi-fi*. Por atenderem os comandos na tela, mesmo sem a conexão com a internet, muitos aplicativos são capazes de armazenar informações e desenvolver as suas funções off-line. Talvez seja essa uma das grandes vantagens apresentadas pelos aplicativos. Dessa forma, o usuário dispõe de uma experiência maior ao fazer uso do GPS, aplicativos para edição de áudio, imagem e vídeo, como também arquivos de download anteriormente feitos em seu *smartphone* (PORTO, 2012).

A necessidade de atualização dos aplicativos se dá toda vez que o mercado lança um novo modelo de *tablet* ou *smartphone*, essa pode ser considerada uma desvantagem, uma vez que o usuário, em alguns casos, precisa ter posse de um novo aparelho que suporte as atualizações dos aplicativos disponíveis nas lojas online (PORTO, 2012). Podemos perceber essa desvantagem, quando o seu aparelho foi comprado a um certo tempo e já surgiram novos modelos, a tendência dos aplicativos é atualizar as suas funções moldando-se de acordo com o suporte dos novos aparelhos, isso limita ao usuário a certo conteúdo ou funcionalidade, ao mesmo tempo em que lhe impulsiona a tornar-se consumista, caso queira acompanhar, constantemente, as atualizações.

É importante antes de adquirir o seu aparelho, seja ele *tablete* ou *smartphone*, no intuito de desfrutar das funcionalidades provenientes dos aplicativos, verificar o sistema operacional, pois isso vai definir quantos e quais aplicativos você poderá usar livremente. Os aplicativos são fabricados de acordo com plataforma de acesso do

aparelho, alguns atendem apenas ao sistema *IOS*, enquanto que outros ao *Android*. Nas lojas online de aparelhos da *Apple* a maior parte dos aplicativos são pagos, diferentemente da *PlayStore* loja que disponibiliza aplicativos para o sistema operacional *Android* (BLOG DO ANDROID, 2014). A exemplo disso temos o *Instagram* uma rede social que vem sempre se atualizando nos sistemas *IOS* e *Android*, porém aqueles usuários que optam por usar aparelhos com a plataforma *Microsoft*, não desfrutam das mesmas vantagens, levando em consideração que o gerenciador da *Microsoft* tem surgido recentemente diferentemente da *Android* e o *IOS*.

Dentre as funcionalidades dos aplicativos móveis, temos os que dispõem conteúdos de serviços, tais como previsão do tempo, navegação de mapas, GPS, solicitar um resgate a seguradora, serviços de táxi como o *Uber*, transações bancárias, da mesma forma que temos os aplicativos de informação permitindo acesso a conteúdo atualizado em tempo real, como guia de compras e lojas, promoções, enquetes e publicidade. Já o aplicativo de comunicação permite a conexão entre pessoas e é aceito pelos jovens como o principal meio de interação e conversação virtual, pois os mesmos permitem o compartilhamento de áudios, vídeos e imagens a qualquer momento e em qualquer lugar, a exemplos desses apps temos o *Whatsapp*, *Facebook*, *Instagram*, *Snapchat*, entre outros. Esses aplicativos têm alterado a forma como as pessoas hoje se relacionam e se comunicam tornando-se característica dessa nova geração (PORTO, 2012).

Quando o assunto é entretenimento, essa categoria de aplicativos cresce cada vez mais. Destinada a diversão, a indústria de jogos é que tem o maior faturamento entre todos os segmentos do entretenimento, mesmo sabendo que os aplicativos de comunicação têm familiaridade com essa categoria, os mesmos ainda não são capazes de superar o comércio de jogos que se sente ainda mais fortalecida com o surgimento dos aplicativos.

Muitos aplicativos foram criados, ou melhor dizendo, adaptados de *softwares*, permitindo o seu uso não só nos computadores como também em *tabletes* e *smartphones*. Isso aconteceu inicialmente com os jogos e logo se propagou para diversas categorias como a educacional. A exemplo, temos o *GeoGebra* (BAIRRAL, 2016), um *software* adaptado em aplicativo, que antes só era possível a sua manipulação na tela de um microcomputador. A versão disponível para *tabletes* e *smartphones*, atende à necessidade de expandir o acesso a esse recurso por meio dos artefatos que ganham mais espaço na sociedade.

Outro exemplo é o *Desmos*, aplicativo educacional algébrico e gráfico que também é disponível como *software* por meio de acesso online, o número de downloads do aplicativo *Desmos* tem superado o *software* de mesma natureza, confirmando ideias anteriormente apresentadas referentes a aceitação dos aplicativos pelos usuários.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias o uso de aplicativos ganha força no espaço escolar e merece papel de destaque na educação. A utilização de recursos como jogos, infográficos e simuladores já fazem parte da sala de aula, do currículo escolar e dos programas do governo do Ministério da Educação (MEC) que prevê a elaboração de conteúdo multimídia no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). Os conteúdos devem ser apresentados na modalidade multimídia, por meio de objetos educacionais digitais (OED), que podem ser definidos como um recurso para dar suporte ao processo de ensino e aprendizagem (FTD, 2015?).

Os objetos educacionais são apresentados nas categorias audiovisual, jogos eletrônicos, infográfico animado, dentro outras formas adaptadas a novas tecnologias que adentram a sala de aula. De acordo com o FTD (2015?, p. 36) “o objetivo principal dos conteúdos multimídias é permitir que o aluno deixe de ser mero observador para tornar-se participante ativo do processo de aprendizagem”, tendo como uma de suas principais características, a capacidade de serem reutilizados na sala de aula. Os aplicativos comportam parte desses objetos educacionais nas mais diversas categorias, mas que ainda carecem de uma aceitação no ambiente escolar.

O desafio é fazer com que essas tecnologias ultrapassem os muros da escola, sendo os professores o abre-alas para esse processo (FTD, 2015?). A facilidade com que os *smartphones* com seus aplicativos chegam ao ambiente escolar e conectam-se com o mundo, não lhe confere por si só o título de eficiente ferramenta voltada ao processo de ensino e aprendizagem. “A disponibilidade de recursos e materiais não é, por si só, garantia de melhores aprendizagens; a questão reside na forma como eles são potencializados e aproveitados na sala de aula para fins pedagógicos” (AMADO; CARREIRA, 2015, p. 13).

A mediação do professor, possibilita ao aluno o poder de tirar o melhor proveito dos dispositivos móveis, usar redes sociais como ferramenta de compartilhamento de informação ou para aprimorar sua competência leitora, tirando a melhor vantagem da sinergia proporcionada pela interação entre o impresso e o digital (FTD, 2015?).

O conteúdo disponível para *smartphones* já é considerado elemento importante de apoio a alunos e professores, que precisam explorar essa tecnologia na aprendizagem. A sociedade tem vivido essa revolução tecnológica provocada pelo uso dos aplicativos de celulares e, infelizmente, nesse contexto a escola mais uma vez vem ficando para trás. Não podemos colaborar com a resistência escolar, assim como foi feito com os computadores. Desta vez, o diferencial está em os próprios alunos possuírem a tecnologia, fazendo uso constante dentro do ambiente escolar, mesmo que sem fins educacionais. “Os jovens recorrem às tecnologias, sendo o celular o recurso preferido, eleito para comunicar, pesquisar, jogar e ouvir música, entre outras tarefas” (AMADO; CARREIRA, 2015, p. 5).

Os professores e gestores também já tem essa tecnologia na palma da mão e a usam dentro da escola, o que falta nesse momento, é um alerta para não proibir o uso por parte dos alunos, mas sim capacitar-se, inserindo esse recurso em sua prática pedagógica. Levando em consideração o uso da tecnologia, por parte dos professores, a favor da prática pedagógica Amado e Carreira (2015, p. 5) assinalam:

A escola, como lugar privilegiado da educação e espaço de desenvolvimento pessoal e social, precisa integrar produtivamente as tecnologias. Muitos professores, assim como os jovens que frequentam as escolas, dispõem dos seus próprios recursos tecnológicos que usam regularmente no cotidiano individual. Mas, na escola e na sala de aula, os professores apresentam dificuldades para aproveitar essas tecnologias para promover a aprendizagem dos seus alunos. Embora existam dados que nos permitam saber com precisão como são utilizados esses recursos na sala de aula, sabemos que estamos muito longe de usá-los produtivamente nesse ambiente.

Quando voltamos o nosso olhar para o uso dessas tecnologias móveis na sala de aula, não podemos criticar os alunos pelo uso frequente. Como professores, devemos buscar estratégias em meio aos desafios para fortalecer vínculos entre professor, aluno e *smartphone*, de forma a colaborar com o processo de ensino e aprendizagem. O domínio da tecnologia, por parte dos alunos, é característica dominante. A medida em que o professor se deixa influenciar por essa tendência tecnológica, ao ensinar conteúdos aos alunos, ele aprende e se familiariza ainda mais com a tecnologia.

Não devemos ter medo do novo, ao contrário devemos ser curiosos, buscando sempre a melhor forma de criar meios de aprendizagens favoráveis aos nossos

alunos. “As mudanças proporcionadas por esses recursos representam um desafio a ser incorporado no cotidiano da escola, levando em conta que a prática docente pouco mudou ao longo do tempo, diferentemente dos alunos” (AMADO; CARREIRA, 2015, p. 5). O que não podemos é forçar nossos alunos a deixarem os seus *smartphones* de lado e obrigá-los a aprender a base do pincel e *lousa*.

Para nos situarmos melhor, no que tange o mercado de aplicativos no Brasil e no mundo nos deparamos com os dados da *App Annie*. De acordo com o relatório *App Market Forecast: 2016-2021* espera-se que em 2021 os downloads em lojas de aplicativos móveis em todo o mundo sejam superiores a 352 bilhões. Em 2016, as lojas de aplicativos contaram com 149,3 bilhões de download alcançando em 2017, a marca de 197,0 bilhões. Com isso, os gastos brutos dos consumidores em todas as lojas de aplicativos superaram os US\$ 139 bilhões, alavancados pelos dados observados nos anos de 2016 e 2017 que ascenderam de US\$ 61,8 bilhões a US\$ 82,2 bilhões (APP ANNIE, 2017).

Os jogos continuarão a gerar a maior parte da renda no mercado de aplicativos, em 2021. Os demais aplicativos serão impulsionados no mercado, devido assinatura e valores monetários cobrados por alguns aplicativos, crescendo a uma taxa anual de 25 %. Porém, a renda oriunda do mercado de aplicativos no mundo permanecerão concentradas entre os mercados emergentes como China, Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Reino Unido. Esses mercados impulsionaram o crescimento significativo de download, estando concentrado na China o maior mercado de aplicativos. Em se tratando da quantidade de download, o Brasil ocupa o Top 5, estando a sua frente China, Índia e Estados Unidos e na quinta posição, a Indonésia (APP ANNIE, 2017).

Os números de 2017 certamente inspiram confiança. A quantidade de download excedidos chega a 175 bilhões, resultando em gastos mais do que duplicado para o consumidor. Cada usuário tem passado em média quase 1,5 meses em aplicativos por ano, tempo esse aumentado em 30%. Dados esses informados com base em observações feitas desde o ano 2015. Na maioria dos mercados observados, um usuário médio possui em seu *smartphone* em média 80 aplicativos fazendo uso de cerca de 40 desses aplicativos por mês, variando entre um terço e a metade. Os usuários do Brasil seguem os padrões informados acima referente a quantidade de aplicativos instalados e utilizados no mês, ficando atrás apenas da Índia e China (APP ANNIE, 2018).

Em contato com dados de pesquisas realizadas pela TIC KIDS ONLINE BRASIL (2017), temos acesso a informações relacionadas a forma como a população entre 9 e 17 anos, tem utilizado as tecnologias no nosso país. De acordo com a pesquisa, pela primeira vez no ano de 2014 o acesso à internet por celular no Brasil foi maior do que por computadores, chegando a 82% os acessos feito pelo telefone celular enquanto 80% utilizaram o computador, seja ele de mesa, *notebook* ou *tablete*. No que diz respeito ao uso do telefone celular, desde 2014, os índices crescem favorecendo o uso do telefone celular chegando a atingir 91% em 2016, enquanto que o acesso à internet por meio dos computadores caiu para 60%. Com esses dados, já é possível perceber não a substituição, mas sim, a preferência dos jovens pelos *smartphones* (TIC KIDS ONLINE BRASIL, 2017).

Como diz Costa e Xavier (2014, p. 1) “a maioria das tecnologias utilizadas em sala de aula não foram originalmente projetadas para uso educacional. Mas podem ser reaproveitadas se o professor tiver consciência e competência em práticas pedagógicas com tecnologias”. Ao tentar inserir o *smartphone* na sala de aula, de forma a contribuir no processo de ensino e aprendizagem devemos ser críticos em relação a posse por parte dos alunos desse recurso tecnológico levando em consideração as condições econômicas dos alunos. Até o momento, não conhecemos políticas públicas que forneçam *smartphones* para alunos usarem em sala de aula. O que conhecemos são leis que proíbem o uso de *smartphones* na sala de aula, fazendo com que muitos professores se apoiem nessas proibições como justificativa de não usar a tecnologia a favor da aprendizagem dos alunos.

De acordo com dados da TIC KIDS ONLINE BRASIL (2017), fatores como classe social, situação de domicílio, localização geográfica ou faixa etária não apresentaram diferenças relevantes no perfil de usuários de telefone celular. A pesquisa também revela um crescimento na parcela de jovens que acessam a rede exclusivamente por meio do telefone celular. Desde 2013 a 2016 os índices passaram de 8% a 37% referente aos usuários que fazem uso apenas do telefone celular, enquanto que o uso exclusivo do computador passou de 42% a 7% no mesmo período. Esses dados se fortalecem com as ideias apresentadas pela Shuler, Winters e West (2014, p.12):

Hoje, as tecnologias móveis são comuns, mesmo em áreas onde escolas, livros e computadores são escassos. À medida que o preço dos telefones

celulares vai diminuindo, provavelmente, cada vez mais pessoas, adquirem aparelhos móveis e aprendem a usá-los, inclusive aquelas que vivem em áreas mais vulneráveis.

O uso das tecnologias móveis, em especial dos *smartphones*, tem se tornado uma necessidade gritante dos jovens hoje. Por serem multitarefas a adesão ao uso em muitas das vezes se torna mais barato quando comparado com outros recursos que realizam funções específicas. Isso faz com que crianças passem a jogar em seus *smartphones* por meio de aplicativos ao invés dos vídeos games, da mesma forma que os jovens se sintam mais à vontade em acessar suas redes sociais de forma móvel, em qualquer lugar e a qualquer hora.

Aos poucos, nossas atividades diárias vão ficando cada vez mais relacionadas ao uso do *smartphone*, que não podemos mais vê-lo como um produto caro de acesso apenas as classes mais favorecidas economicamente da sociedade. Concernente ao seu uso no ambiente escolar, a frequência de uso vem aumentando cada vez. Ao analisar o cenário atual, as verbas na maioria das escolas vêm sendo reduzidas, porém, a quantidade de alunos que portam *smartphones* só aumentam, existindo a carência de um aproveitamento dessa tecnologia por parte do professor em sua prática pedagógica. Como ressalta Shuler, Winters e West (2014), ao afirmarem que “não há dúvida da importância da tecnologia em si, mas igualmente importante é a maneira como a tecnologia é utilizada e vista, um aspecto até agora em boa parte desconsiderado”.

2.2 APRENDIZAGEM MÓVEL: NOVAS POSSIBILIDADES DE APRENDER E ENSINAR MATEMÁTICA POR MEIO DE APLICATIVOS EM SMARTPHONES.

Em meio a tantas funcionalidades, proporcionadas pelos *smartphones*, a maioria dos professores e alunos ainda não são capazes de enxergar nesse recurso aptidões voltadas a educação. Mesmo que consigam identificar aplicativos de natureza educacional a forte influência e necessidade de fazer uso das redes sociais inibe a curiosidade do usuário em termos educativos. Na tentativa de despertar o interesse dos alunos e auxiliar os professores no uso desse recurso tecnológico, estudos sobre os aplicativos que já existem para *smartphones* se mostram

necessários, bem como o desenvolvimento de outros. Ao mesmo tempo, devemos nos preocupar com os desenvolvedores de tais aplicativos e em quem deveria desenvolvê-los para se caracterizarem como objetos educacionais digitais (BORBA; LACERDA, 2015). “Embora pessoas do mundo inteiro dependam muito da tecnologia móvel, nem educadores nem formuladores de políticas têm conseguido aproveitar plenamente o seu potencial para melhorar o aprendizado (SHULER; WINTERS; WEST, 2014, p. 24).”

Ao relatar uma situação do cotidiano de alunos, que utilizam o seu smartphone para realizar diversas atividades do dia a dia, entre elas relacionadas a educação, podemos perceber que o cenário apresenta observações realistas, na qual de acordo com Yerushalmy e Ben-Zaken (2004), a tecnologia desempenha papel importante na aprendizagem e no ensino por meio de uma aprendizagem ativa. Essa aprendizagem faz parte de um processo sociocultural, onde professores e alunos são responsáveis pelo processo cognitivo individual. A função de conversação e comunicações textuais não é a mais dominante, hoje, outros recursos e aplicativos móveis estão se tornando funções centrais da comunicação móvel moderna (YERUSHALMY; BEN-ZAKEN, 2004).

Como evidencia Skillen (2015, p. 205, tradução nossa): “as tecnologias móveis e a aprendizagem não são mais vistos como uma atividade isolada, mas, especialmente, aquela que é rica em natureza e precisa ser explorada em termos de experiências colaborativas e coletivas de indivíduos, incluindo professores e alunos.”² O uso das tecnologias móveis, na educação, caracteriza o que chamamos de aprendizagem móvel.

Assim, como diz a UNESCO (2013, p. 8): “As tecnologias móveis estão em constante evolução,” com isso traz uma definição ampla de aparelhos móveis de forma a colaborar com a aprendizagem móvel por serem “digitais, facilmente portáteis, de propriedade e controle de um indivíduo e não de uma instituição, com capacidade de acesso à internet e aspectos multimídia, e podem facilitar um grande número de tarefas, particularmente relacionadas à comunicação (UNESCO, 2013, p. 8).” Entre

² no longer are mobile technologies and learning seen as being an isolated activity, but rather, one which is rich in nature, and needing to be explored in terms of the collaborative and collective experiences of individuals including teachers and students (SKILLEN, 2015, p. 205).

os aparelhos móveis, atualmente no mercado, o que merece destaque em termos de mobilidade é o *smartphone*.

Com base em seus estudos e pesquisas, a respeito das tecnologias móveis na educação Higuchi (2011, p. 35) diz que:

Os dispositivos móveis se caracterizam pela sua 'portabilidade' (*layout* pequeno e leve) e 'mobilidade' (sem fio). Porém vale lembrar, que estas características de mobilidade e portabilidade não são exclusivas desta tecnologia, pois outras mídias, como os jornais, revistas e rádio também permitem o acesso à informação em movimento. [...] Porém, o que realmente diferencia a tecnologia móvel é sua possibilidade de interação, ou seja, permite o acesso a diferentes formas de informação, com textos, vídeos, imagens, gráficos, etc., além de permitir a emissão, circulação e troca em pleno movimento do usuário.

Com o crescente comércio de dispositivos móveis, muitas das empresas telefonia e produção dessas tecnologias buscam atingir um público consumidor cada vez maior. Como consequência, muitas delas vem investido no mercado educacional, buscando parceria com instituições de teor educacional, como exemplo a UNESCO. Essa Organização tem se preocupado em desenvolver políticas e parcerias com empresas, a fim de incentivar o uso das tecnologias móveis na educação. Nesta perspectiva a UNESCO (2013, p. 8), defende a ideia da aprendizagem móvel da seguinte forma:

A aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. A aprendizagem pode ocorrer de várias formas: as pessoas podem usar aparelhos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se a outras pessoas ou criar conteúdos, dentro ou fora da sala de aula. A aprendizagem móvel também abrange esforços em apoio a metas educacionais amplas, como a administração eficaz de sistemas e a melhor comunicação entre escolas e famílias.

A amplitude proporcionada pela aprendizagem móvel não nos permite mais ver a sala de aula como único local favorável a aprendizagem, considerado como espaço formal. Ferreira (2015, p. 39) diz que: “a aprendizagem móvel não é necessariamente

formal. Geralmente é informal ou não formal e não tem espaço único para acontecer. O ocorre a qualquer hora e a qualquer ambiente online ou rede social”. De posse das tecnologias móveis, tanto os alunos como o professor podem buscar meios que favoreçam a aprendizagem sem necessariamente estarem na sala de aula e a qualquer hora. “As tecnologias móveis também trouxeram as ideias de portabilidade, de instantaneidade e de interação” (FERREIRA, 2015, p. 32).

Com base nas tecnologias móveis e suas contribuições para a educação, Economides (2008, p. 5, tradução nossa), apresenta algumas características adaptativas da aprendizagem móvel, quando que:

Consideramos que na aprendizagem móvel “o aprendiz móvel realiza uma Atividade Educacional apoiada por Adaptações que são baseadas no Estado do Aprendiz, Atividades Educacionais, Dispositivos e Conscientização Ambiental”. O estudante pode ter experiências educacionais físicas (realidade pragmática via mobilidade), virtuais (realidade aumentada via dispositivo) e colaborativas (síncronas ou assíncronas) em qualquer lugar e hora. Essas experiências educacionais podem ser formais ou informais. O estudante descobre o conhecimento útil de forma independente ou colaborativa, o qual faça sentido para ele. Ele é apoiado por um "dispositivo" inteligente. Este dispositivo pode ser portátil (celular, PDA, *smartphone*, palm PC, *pocket* PC, tablet caneta PC, tablet PC, etc.), usável ou holográfico (teclado, tela, etc.). Os estados do aprendiz, seu dispositivo, as atividades educacionais e o ambiente são variáveis no tempo. Eles estão mudando com o tempo influenciando e influenciados uns pelos outros.³

O fato da aprendizagem móvel nos remeter de imediato ao uso do *smartphone* ou de outro aparelho móvel, não significar engessar a ideia apenas em torno do uso das tecnologias, mas sim em novas possibilidades de aprendizagem que envolvem diferentes contextos. O domínio da tecnologia é importante por parte do professor, mas seu olhar não pode ter apenas esse direcionamento, pois como diz Koole (2009, p.26, tradução nossa): “o dispositivo móvel é um componente ativo em condição de

³ We consider that in mobile learning “the mobile learner performs an *Educational Activity* supported by *Adaptations* which are based on *Learner's State, Educational Activities, Devices and Environment's Awareness*”. The learner may have physical (pragmatic reality via mobility), virtual (augmented reality via the device) and collaborative (synchronous or asynchronous) educational experiences at any place and time. These educational experiences may be formal or informal. The learner learns autonomously or collaboratively useful knowledge that makes sense to him. He is supported by a smart “device”. This device may be handheld (mobile phone, PDA, smart phone, palm PC, pocket PC, pen tablet PC, tablet PC, etc.), wearable or holographic (keyboard, screen, etc.). The states of the learner, his device, the educational activities, and the environment are time varying. They are changing over time influencing and influenced by each other (ECONOMIDES, 2008, p.5).

igualdade com os processos de aprendizagem social”⁴. Higuchi (2011, p. 44) apresenta as mesmas ideias que Koole (2009), ao ressaltar que “a aprendizagem móvel não está envolvida apenas a parte técnica, mas sim a todo o contexto que envolve o processo de ensino-aprendizagem, como: as características do indivíduo que aprende, sua dimensão social e o dispositivo mediador”.

Numa perspectiva tecnológica, social e educacional Koole, da Athabasca University, no Canadá exibe um modelo para enquadrar a aprendizagem móvel com ênfase no construtivismo. Apresentado como FRAME (*The Framework for the Rational Analysis of Mobile Education*), o quadro para a análise racional da Educação Móvel, o modelo descreve a aprendizagem móvel como a convergência das características técnicas de dispositivos móveis, a capacidade de aprendizagem humana e interação social, onde os alunos possam aprender ao mover-se em diferentes locais físicos e virtuais, participando e interagindo com outras pessoas, informações ou sistemas, em qualquer lugar e a qualquer hora (KOOLE, 2009).

Ao utilizar três diagramas para representar as interações entre os aspectos do aplicativo, do aluno e do social, para Koole (2009), a intersecção principal, resultado da convergência dos três aspectos, define uma situação de aprendizagem móvel ideal. As demais intersecções permitem formular ideias a respeito da usabilidade do aplicativo, a interação da aprendizagem e a tecnologia social. Hipoteticamente Koole (2009, p. 38, tradução nossa) diz que:

A aprendizagem móvel eficaz pode capacitar os alunos, permitindo-lhes avaliar e selecionar melhor as informações relevantes, redefinir seus objetivos e reconsiderar sua compreensão sobre os conceitos dentro de um quadro de referência mutável e crescente.”⁵

Sendo a aprendizagem móvel uma realidade concreta, a UNESCO descreve de que forma as tecnologias móveis, podem auxiliar os Estados-membros, agora e no

⁴ the mobile device is an active component *in equal footing* to learning and social processes (KOOLE, 2009, p.26).

⁵ Effective mobile learning can empower learners by enabling them to better assess and select relevant information, redefine their goals, and reconsider their understanding of concepts within a shifting and growing frame of reference (KOOLE, 2009, p.38).

futuro. Sendo assim, aponta como benefícios particulares da aprendizagem móvel: expandir o alcance e a equidade da educação; facilitar a aprendizagem individualizada; fornecer retorno e avaliação imediatos; permitir a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar; assegurar o uso produtivo do tempo em sala de aula; criar novas comunidades de estudantes; apoiar a aprendizagem fora da sala de aula; potencializar a aprendizagem sem solução de continuidade; criar uma ponte entre a aprendizagem formal e a não formal; minimizar a interrupção educacional em áreas de conflito e desastre; auxiliar estudantes com deficiências; melhorar a comunicação e a administração; melhorar a relação custo-eficiência (UNESCO, 2013).

A aprendizagem móvel e o uso de tecnologias pertinentes a sua propagação vêm ganhando destaque em todo o mundo. De acordo com Shuler, Winters e West (2014, p. 43), os principais fatores que seguirão impulsionando a ampliação da aprendizagem móvel são:

Maior aceitação social quanto ao uso do celular na educação formal; aumento no número de projetos bem sucedidos de aprendizagem móvel que podem servir de exemplo para a implementação de iniciativas em uma escala maior; aumento do gasto global com educação em geral e com aprendizagem móvel em particular; maior pressão sobre as instituições de ensino para que ofereçam educação de boa qualidade e baixo custo a um número maior de alunos; aumento da educação virtual e do ensino a distância; e cultivo de novos canais de compra e distribuição de recursos digitais de aprendizagem.

Com o advento das tecnologias móveis cada vez mais pesquisadores se debruçam em seus campos investigativos a fim de identificar as principais potencialidades dessa nova metodologia de ensino. No Irã membros do Departamento de Gestão Educacional da Universidade Azad Islâmica no ramo Sul de Teerã desenvolveram estudos na tentativa de identificar o ponto de vista de professores sobre o efeito da aprendizagem móvel em diferentes aspectos da aprendizagem matemática (TALEB; AHMADI; MUSAVI, 2015).

Em sua pesquisa Taleb, Ahmadi e Musavi (2015) por meio de questionário descritivo foi de encontro a 329 professores de 2352 professores de Matemática do ensino médio de 19 distritos de Teerã durante os anos acadêmicos de 2012 e 2013. Essa é uma das primeiras pesquisas preocupada em saber o efeito da aprendizagem

móvel entre estudantes iranianos. O estudo realizado por Taleb, Ahmadi e Musavi (2015, p. 85, tradução nossa), pretende responder as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: A aprendizagem móvel tem um efeito positivo no aumento da motivação de aprender matemática.

Hipótese 2: A aprendizagem móvel tem um efeito positivo na diversidade de métodos de treinamento da Matemática.

Hipótese 3: A aprendizagem móvel tem um efeito positivo na participação dos alunos na aprendizagem da Matemática.⁶

As hipóteses tornam-se argumentos que favorecem a aprendizagem móvel. Do ponto de vista dos professores a aprendizagem móvel tem efeito positivo ao motivar os alunos para aprender matemática, havendo uma relação significativa entre a aprendizagem móvel e a participação dos estudantes nas aulas de Matemática. Em se tratando da diversidade de métodos de treinamento dos professores para trabalhar com a aprendizagem móvel, mostram como positiva e significativa essa experiência. Além do mais, fica claro que os professores de Matemática estão interessados em usar a tecnologia móvel na aprendizagem Matemática por perceberam a motivação e participação dos alunos com a aprendizagem Matemática (TALEB; AHMADI; MUSAVI, 2015).

Para concretizar os benefícios específicos da aprendizagem móvel, a UNESCO recomenda que os formuladores de políticas desenvolvam as seguintes ações: criar ou atualizar as políticas referentes à aprendizagem móvel; treinar professor sobre como fazer avançar a aprendizagem por meio de tecnologias móveis; fornecer apoio e formação a professores por meio de tecnologias móveis; criar e aperfeiçoar conteúdos educacionais para uso em aparelhos móveis; assegurar a igualdade de gênero para estudantes móveis; ampliar e melhorar as opções de conectividade, assegurando também a equidade; desenvolver estratégias para fornecer acesso igual a todos; promover o uso seguro, responsável e saudável das tecnologias móveis; usar as tecnologias móveis para melhorar a comunicação e a gestão educacional;

⁶ Hypothesis 1: Mobile learning has a positive effect on increased motivation of learning Mathematics. Hypothesis 2: Mobile learning has a positive effect on diversity of training methods of Mathematics. Hypothesis 3: Mobile learning has a positive effect on students' participation in learning Mathematics (TALEB; AHMADI; MUSAVI, 2015, p. 85).

aumentar a conscientização sobre a aprendizagem móvel por meio de *advocacy*, liderança e diálogo (UNESCO, 2013).

Em Nicosia, no Chipre, Ozdamli (2012), do Departamento de Tecnologia em Educação e Informática de Instrução da *Near East University*, apresenta uma estrutura pedagógica para a aprendizagem móvel. Para ele, o uso da tecnologia deve ser conduzido por considerações pedagógicas, em vez de razões financeiras, logísticas ou técnicas. Desta forma, defende a ideia de que a estrutura pedagógica da aprendizagem móvel deve está embasada pela integração das ferramentas, abordagens pedagógicas, técnicas de avaliação e treinamento de professores (OZDAMLI, 2012).

A integração das ferramentas é vista como suporte e servir como meio de instrução. A ferramenta como suporte proporciona a comunicação entre alunos, professores, permite o compartilhamento de arquivos, a dissipação e busca de informações entre outros recursos. Já a ferramenta tecnológica, vista como meio de instrução para a aprendizagem, permite a execução de tarefas de aprendizagem em dispositivos móveis, e-books, conteúdo e outros materiais de aprendizagem (OZDAMLI, 2012).

Dentre as abordagens pedagógicas favoráveis a aprendizagem móvel, Ozdamli (2012) apresenta a construtivista, a aprendizagem-mista, a aprendizagem-colaborativa e a aprendizagem ativa. Na construtivista temos uma reorganização da conjectura tradicional da sala de aula, onde desta vez o aprendizado é centrado no aluno, por meio de interações sociais participando ativamente na construção de informações para a aprendizagem. A aprendizagem-mista combina características importantes da sala de aula e da aprendizagem móvel, tornando o aluno ativo e interativo (OZDAMLI, 2012).

Já a aprendizagem colaborativa é resultado do gerenciamento de indivíduos envolvidos em uma tarefa comum usando tecnologias, a exemplo das ferramentas móveis. Enquanto isso, a aprendizagem ativa é o processo pelo qual os alunos se envolvem em tarefas que exigem estimulam o pensamento como análises, sínteses e avaliação. Os dispositivos móveis são capazes de enriquecer ainda mais essa abordagem pedagógica por serem ferramentas de aprendizagem versáteis e ativas (OZDAMLI, 2012).

As técnicas de avaliação como parte da estrutura pedagógica da aprendizagem móvel vão desde a avaliação baseada em computador, a auto avaliação e avaliação por parte, como também a avaliação do tutor. Por meio das redes informáticas os alunos realizam atividades de avaliação a qualquer momento e em qualquer lugar como resultado da avaliação baseada em computador. A auto avaliação permite ao aluno refletir e avaliar a qualidade do seu trabalho, enquanto que, a avaliação por pares ajuda na avaliação do desempenho de alunos de forma individual ou em grupo. Já a avaliação do tutor dá suporte para que os próprios alunos se avaliem entre si (OZDAMLI, 2012).

O treinamento dos professores também é visto como importante estrutura pedagógica da aprendizagem móvel, apoiando o trabalho na decisão de estratégias, técnicas e métodos de ensino (OZDAMLI, 2012). Quando nós voltamos para os professores, sendo eles um dos responsáveis pela inserção da tecnologia móvel na prática educativa, podemos perceber o que dizem Shuler, Winters e West (2014, p. 51):

Uma das barreiras mais resistentes ao desenvolvimento da aprendizagem móvel é a falta de educadores treinados que possam efetivamente incorporar o uso de tecnologias móveis na sala de aula. Tanto os professores que já exercem a profissão quanto aqueles que estão entrando no mercado agora precisam de formação e treinamento para aprender a projetar intervenções inovadoras de aprendizagem móvel.

É fato que os professores recém-formados dispõem de uma habilidade maior com o uso das tecnologias móveis, mais precisamente do *smartphone*. Essa característica não inibe a necessidade desse profissional buscar formação que lhe permita fazer uso das tecnologias móveis de forma a favorecer a aprendizagem dos alunos. Com base nisso Shuler, Winters e West (2014, p. 44) enfatiza que:

“Se os professores continuarem se sentindo cada vez mais confortáveis com as tecnologias móveis e passarem a utilizá-las para facilitar a aprendizagem em suas próprias vidas, é mais provável que também usem a aprendizagem móvel com seus alunos”

O treinamento, voltado para a formação do professor, precisa estar atento em contemplar as tecnologias móveis em suas abordagens formativas. Conforme a UNESCO (2013, p. 33):

Para capitalizar as vantagens das tecnologias móveis, os professores devem receber formação sobre como incorporá-las com sucesso na prática pedagógica. Em muitos casos, o investimento governamental na formação de professores é mais importante que o investimento na própria tecnologia. Pesquisas da UNESCO mostraram que, sem orientação e capacitação, os professores utilizam a tecnologia para 'fazer coisas velhas de formas novas', ao invés de transformar e melhorar abordagens de ensino e aprendizagem.

Demonstrando interesse na formação do professor, frente as tecnologias móveis, a UNESCO (2013) recomenda políticas que priorize o desenvolvimento profissional dos professores, fornecendo treinamentos técnico e pedagógico, introduzindo soluções e oportunidades de aprendizagem móvel. Uma formação capaz de estimular os institutos de formação de professores a incorporarem a aprendizagem móvel em seus programas e currículos.

Para Carreira (2009, p. 56): “uma grande questão do mundo atual é que as tecnologias digitais e, em particular o acesso à Internet, estão a pôr em causa a escola como principal meio de aprendizagem e de educação”. O que antes era visto como atividade exclusiva da escola, com a disseminação da informação por meio das tecnologias hoje, o processo de ensino e aprendizagem perde a rigidez da sala de aula centrada no professor. A informação e o conhecimento pode ser adquirido de inúmeras formas hoje, seja ela na escola, na rua, em casa, por meio de agências tudo isso graças a modernização dos recursos tecnológicos (GARCIA et al., 2011).

O professor precisa desenvolver um olhar crítico ao pensar na sua prática pedagógica hoje, onde o aluno não é mais passivo, buscando meios que estimulem ainda a busca pela informação e conhecimento de forma autônoma sob a sua mediação. A tecnologia por si só não garante aprendizagem, nem tão pouco uma escola tecnologicamente estruturada. Na tentativa de romper o tradicional, aproximando professor e aluno, Garcia et al. (2011, p. 80) dizem que a apropriação da tecnologia na sala de aula vai “além de uma questão técnica de capacitar a instituição com equipamentos tecnológicos trata-se, mais profundamente, de tornar o

docente um profissional crítico, reflexivo e competente, para o domínio das novas tecnologias digitais”.

Com relação aos professores, Assmann (2000, p. 8) salienta que “seu novo papel já não será a transmissão de saberes supostamente prontos, mas o de mentores e instigadores ativos de uma nova dinâmica de pesquisa-aprendizagem”. Isso é fruto de uma sociedade onde que necessita da presença do professor, não se rendendo a pseudo notícias de que a tecnologia fosse capaz de substituí-lo. Essa nova dinâmica de aprendizagem requer não só o domínio da tecnologia, como também uma mediação plausível para que a aprendizagem possa acontecer (ASSMANN, 2000).

O professor em formação, seja ela inicial ou continuada, precisa ser ativo, crítico ao participar de formações de natureza tecnológica, caso contrário, estará fazendo uso da tecnologia em sala de aula sem intencionalidade pedagógica. Acredita-se que os programas de formação de professores, voltados à inserção da tecnologia na prática pedagógica contribui de forma significativa para que o docente sintase mais preparado para o uso didático dessa ferramenta. Relativo aos professores que tem acesso a essa formação, ainda na academia, as chances de compreender pedagogicamente o uso das tecnologias são ainda mais maiores, utilizando-as futuramente de forma mais segura (GARCIA et al., 2011).

De acordo com Garcia et al. (2011, p. 81) “a intersecção do real com o virtual exige o desenvolvimento de formas mais dinâmicas, participativas e descentralizadas das práticas pedagógicas, fomentando a autonomia dos discentes.” Nesta perspectiva tecnológica, o papel do professor volta-se para o incentivo, orientação e motivação do aluno. Nossos alunos hoje, são jovens e crianças que nasceram ou estão crescendo neste contexto digital, construindo uma identidade própria com características peculiares adaptadas ao meio tecnológico (GARCIA et al., 2011).

Para atingir resultados plausíveis em nossas práticas pedagógicas fazendo uso das tecnologias, devemos entender que os alunos que chegam a nossa sala de aula hoje não se comportam mais como antes. Como evidencia Prensky (2010, p. 58):

A tecnologia digital tem sido parte integrante da vida de nossas crianças desde seu nascimento, e um resultado importante é que elas pensam e processam informações de uma maneira fundamentalmente diferente da que

nós, seus antecessores (que crescemos em mundo bem mais analógico), utilizamos.

Faz se necessário conhecer de perto as principais mudanças provocadas em nossos alunos pela tecnologia digital. Só assim ficaremos mais próximo de motivá-los a aprender. “Os estudantes de hoje – desde a pré-escola até a faculdade – são a primeira geração a crescer com essa tecnologia digital (PRENSKY, 2010, p. 58).

2.3 NATIVOS DIGITAIS: NOVOS SUJEITOS DA APRENDIZAGEM.

Frans (2000, p. 22-24, tradução nossa) nos proporciona a seguinte reflexão:

Se os professores continuarem a ensinar da mesma maneira que sempre ensinaram, haverá pouco valor agregado nas redes de sala de aula e campus. Se os alunos abordarem a aprendizagem da mesma forma que sempre, os laboratórios de informática e os programas de laptops serão despesas desnecessárias. Até que a natureza das relações educacionais mude na sala de aula e no nível institucional, não perceberemos o valor total dos investimentos em informática, comunicação e tecnologia da informação que estamos fazendo hoje. Precisamos pensar em termos de transformar a experiência educacional de modo que seja significativa para o aluno da era da informação.⁷

Consoante à aprendizagem e o conhecimento, estamos diante de uma transformação sem precedentes de ecologias cognitivas que interferem a escola de forma interna e externa. Assmann (2000, p. 8) relata que “em muitos ambientes escolares, persiste o receio preconceituoso de que a mídia despersonalizada, anestesia as consciências e é uma ameaça à subjetividade”. O sucesso escolar frente ao uso das tecnologias sente a necessidade de professores competentes que

⁷ If teachers continue to teach in the same way that they have always taught, there will be little value added from classroom and campus networks. If students approach learning in the same way that they always have, computer labs and laptop programs will be unnecessary expenses. Until the nature of the educational relationships change in the classroom and at the institutional level, we will not realize the full value of the computer, communication, and information technology investments that we are making today. We need to think in terms of transforming the educational experience so that it is meaningful to the information-age learner (FRAND, 2000, p. 22-24).

busquem não apenas o domínio das técnicas das ferramentas tecnológicas, mas sim sintam-se seguros superando o receio da insegurança no plano cognitivo, sendo mentores e instigadores de uma nova dinâmica de pesquisa-aprendizagem (ASSMANN, 2000).

O desafio consiste também em conhecer melhor os alunos que chegam as nossas salas de aula. Não podemos forçá-los a aprender da mesma maneira em que fomos educados. Estamos diante de uma sociedade informatizada, onde a tecnologia aos poucos vai ocupando todos os espaços e moldando a forma de pensar e agir das pessoas. De acordo com Assmann (2000, p. 8) “a sociedade da informação é a sociedade que está atualmente a constituir-se, na qual são amplamente utilizadas tecnologias de armazenamento e transmissão de dados e informação de baixo custo”. O mercado vem favorecendo mais e mais o acesso as tecnologias, tornando a sociedade mais informatizada, impulsionada pelo interesse abusivo de nossos alunos.

As Tecnologias da Informação e da Comunicação permitem uma parceria cognitiva na relação que o estudante estabelece com ela, participando ativamente do passo da informação para o conhecimento (ASSMANN, 2010). Em resumo Assmann (2010, p. 10) assevera:

As novas tecnologias têm um papel ativo e co-estruturante das formas do aprender e do conhecer. Há nisso, por um lado, uma incrível multiplicação de chances cognitivas, que convém não desperdiçar, mas aproveitar ao máximo. Por outro lado, surgem sérias implicações antropológicas e epistemológicas nessa parceira ativa do ser humano com máquinas inteligentes.

É preciso atentar as novas habilidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos hoje, resultado da interação com as tecnologias. A inserção, em meio a novas tecnologias cognitivas, nos coloca diante de uma aprendizagem que não acontece isoladamente, nem no que diz respeito a sala de aula (professor e aluno), nem tão pouco de forma unilateral. A ideia defendida por Pierre Lévy (1993), nos coloca diante de uma aprendizagem coletiva, onde a construção do conhecimento já não acontece de forma isolada, mas sim pela participação e interação com os humanos e sistemas cognitivos artificiais. Isso resulta em profundas modificações na forma criativa das atividades intelectuais.

Precisa-se, nesse contexto, estarmos abertos ao novo e não acomodar-se com as práticas antigas, isso nos deixará fadados ao crescimento profissional por meio de ações pedagógicas plausíveis. Não podemos resistir ao uso do projetor multimídia por acreditamos que o giz e o quadro negro irão atrair a atenção dos alunos hoje tal qual alguns anos atrás. Pierre Lévy (1993, p. 8) declara que: “o cúmulo da cegueira é atingido quando as antigas técnicas são declaradas culturais e impregnadas de valores, enquanto que as novas são denunciadas como bárbaras e contrárias à vida”.

Mesmo que demonstrem apego a certo objeto, ou atitudes oriundas de suas culturas, os jovens de hoje conseguem se desprender facilmente do passado em busca do futuro. Muitas são as particularidades dos nossos alunos hoje, jovens que cresceram em meio as tecnologias, impulsionados pelo seu exponencial avanço. Nestes termos nos vem a necessidade de atribuímos um termo que permita nos referir a essa geração de jovens. Como diz Prensky (2010, p. 58), “o termo mais útil que encontrei para nos referirmos a eles é *Nativos Digitais* – os novos “falantes nativos” da linguagem digital dos computadores, dos *videogames* e da internet”.

Considerados Nativos Digitais, os nascidos na década de 1980 em meios aos recursos tecnológicos, ficamos diante de uma gama de professores que estão na sala de hoje frente a frente com alunos Nativos Digitais, mas que nasceram bem antes da era da informação. Para esse público de forma geral, Prensky (2010) utiliza o termo Imigrantes Digitais. Apesar de alguns Imigrantes Digitais terem se adaptado rapidamente ao novo ambiente digital, não importa quão influente tenham se tornado, todos retêm, em alguma medida, seu “sotaque”, ou seja, seu pé no passado (PRENSKY, 2010).

A capacidade de se identificar e dominar facilmente as tecnologias, mesmo tendo nascido antes da década de 80, confere a essas pessoas a denominação de Sabio Digitais. É possível encontrar uma gama de professores atuando em sala de aula que são Nativos Digitais. Essa realidade facilita as relações por meio de afinidades tecnológicas voltadas a aprendizagem. Para os Imigrantes Digitais Prensky (2010, p. 60) apresenta alguns exemplos de como identificar o sotaque de um Imigrante Digital em relação ao Nativo Digital.

Os Nativos estão acostumados a receber informações com muito mais rapidez do que aquelas com que os Imigrantes sabem passá-las. Imigrantes estão acostumados a fazer uma coisa de cada vez; Nativos gostam de ser multitarefa. Imigrantes pensam no texto como sua forma de comunicação primária e nos imagens como auxiliares; Nativos preferem as imagens aos textos. Os Imigrantes preferem as coisas em ordem nítida – capítulo 1, 2, 3 etc.; Nativos estão mais acostumados a reunir informações que eles colheram à sua própria, aparentemente aleatória, maneira. Nativos Digitais, ao contrário de Imigrantes Digitais, estão acostumados a estar sempre em contato – eles funcionam melhor em rede. Nativos trabalham bem com gratificações imediatas e recompensas frequentes.

Ao analisarmos a estrutura do sistema educacional atualmente, iremos perceber que ele não está mais preparado para atender os alunos de hoje. Alguns pais e professores chegam a pensar que os alunos são os mesmos desde sempre e que os métodos que funcionaram para a educação deles também irão funcionar com os alunos de agora. Mas, diante do cenário atual, essas antigas suposições não são válidas. Com isso indagamos se devemos obrigar nossas crianças a aprender com os métodos antigos, ou devemos nós, como professores, aprender o novo. A resposta é clara, pois os Nativos Digitais não voltarão atrás (PRENSKY, 2010).

Essa nova postura dos alunos, tem desencadeado mudanças no que se refere a leitura. Santaella (2013), diante de seus estudos sentiu-se na necessidade de classificar os Nativos Digitais como leitores ubíquos. A atenção dada pelo leitor ubíquo é irremediavelmente parcial e contínua, respondendo ao mesmo tempo a distintos focos sem se demorar reflexivamente em nenhum deles.

É notável como as tecnologias do acesso e da conexão continua tem afetado a forma de educar e aprender, levando a chamar de “aprendizagem ubíqua as novas formas de aprendizagem mediadas pelos dispositivos móveis (SANTAELLA, 2013, p. 23).” A presença dos dispositivos móveis nos coloca diante de diversas formas de aprendizagem configuradas na sociedade atual. Santaella (2013, p. 25-26) expõe características que nos permite diferenciar a aprendizagem móvel da ubíqua.

A m-learning vista como uma extensão da sala de aula e é executável a partir da geração de conteúdos previamente estabelecidos. Já a aprendizagem ubíqua, espontânea, contingente, caótica e fragmentária aproxima-se, mas não coincide nem mesmo com a educação informal e a não-forma. [...] O que emerge, portanto, é um novo processo de aprendizagem sem ensino. Isto

posto, cumpre indagar se essa nova forma de aprendizagem prescinde e dispensa quaisquer processos de educação formal.

Da mesma forma em que uma tecnologia não tem a intenção de substituir ou barrar a ação de outras, esses novos modelos de aprendizagem surgem na tentativa de favorecer a criação de ambiente e técnicas que melhor estimulem a aprendizagem, seja ela de forma individual ou coletiva, formal ou informal. A decisão de qual modelo de aprendizagem explorar, pode ser decisão tanto do professor como também iniciativa do próprio aluno. A reflexão sobre métodos futuros que podem surgir como fruto do avanço exacerbado das tecnologias voltadas ou não para a educação.

A autonomia, desenvolvida pelos Nativos digitais ao realizar atividades do cotidiano, os torna protagonistas de interações virtuais que reconfiguram o meio, mesmo estando frequentemente sob o radar dos pais, professores e outros Imigrantes Digitais. Para melhor exemplificar as mudanças que atingem os Nativos Digitais, Prensky (2010) apresenta a seguintes áreas:

- Nativos Digitais *comunicam-se* de maneira diferente (Os Nativos passaram a manter um contato próximo com qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer momento por meio de mensagens instantâneas. A medida que o *e-mail* foi se tornando-se um fenômeno dos Imigrantes Digitais, os Nativos migram todos para as mensagens instantâneas e bate-papo. Por demorarmos mais tempo para escrever do que para falar, os Nativos Digitais desenvolveram maneiras de acelerar a escrita, por meio de abreviações (“você” por “vc”, “novidade” por “9dade”, “também” por “tbm”) e tentam substituir os elementos emocionais por meio dos chamados “*emoticons*” (expressão de felicidades, tristeza, entre outros), enriquecendo a comunicação);
- Nativos Digitais *compartilham* de maneira diferente (Os Nativos Digitais tem seu ego aguçado quando compartilham certa informação por primeiro, especialmente *on-line*. Por meio dos *blogs*. Enquanto os Nativos compartilham emoções e sentimentos os Imigrantes usam o *blog* como uma ferramenta de compartilhamento intelectual. As câmeras de seus celulares tomaram o lugar das fotografias, como a forma principal de compartilhamento de imagens. As

Webcams são outro dispositivo de compartilhamento utilizados pelos Nativos para compartilhar coisa que gostam seja qual for a natureza, enquanto que os Imigrantes usam para questões de segurança);

- Nativos Digitais *compram e vendem* de maneira diferente (Os Imigrantes passaram a comprar e vender pela internet por acharem mais conveniente a forma de comparação de preços e a diversidade de artigos. Os Nativos passaram a ter acesso a bens valiosos e inacessíveis pelo fato de comprarem em *sites*. Os Nativos passaram a usar a *Web* para compra e venda de informações relacionadas aos estudos, obrigando os professores a aprender rapidamente a ser detetives digitais e rastrear textos plagiados);
- Nativos Digitais *trocam* de maneira diferente (É característica dos Nativos trocar, dar e receber coisas, especialmente itens que expressem suas personalidades como músicas, filmes e *websites*. Essa postura ocasionou conflitos com o sistema econômico dos Imigrantes Digitais, uma vez que os jovens veem o contudo disponível *online* como livre de custo e propriedade);
- Nativos Digitais *criam* de maneira diferente (A disponibilidade de ferramentas digitais criativas e poderosas, muitas vezes a baixo custo (ou custo zero quando pirateadas) permitem aos Nativos Digitais a construção de *websites*, aplicações em *Flash* e outras criações *online*. Em seus *videogames*, criam não apenas avatares, mas mundos inteiros. Por meio dos “editores de níveis” presente numa crescente quantidade de *games*, os Nativos são capazes de criar jogos inteiros por conta própria);
- Nativos Digitais *encontram-se* de maneira diferente (Os jovens ainda se encontram pessoalmente, mas as reuniões *online* tornaram-se uma característica dos Nativos Digitais. Isso acontece, frequentemente, por meio de mensagens instantâneas e salas de bate-papo);
- Nativos Digitais *coordenam* de maneira diferente (Os Nativos Digitais são capazes de coordenar todas as suas atividades *on-line* e até mesmo de conduzir projetos que envolvam centenas de pessoas);
- Nativos Digitais *avaliam* de maneira diferente (É útil e importante para os Nativos Digitais avaliarem em quem acreditar e confiar no meio virtual. A exemplos de compras em sites, na avaliação tanto o vendedor quanto o comprador avaliam um ao outro no que se refere à pontualidade, à honestidades, à eficiências etc. por meio de sistemas de reputação);

- Nativos Digitais *jogam* de maneira diferente (*Games* de um único jogador, foram em sua maioria suplantados por jogos *multiplayer*, que envolvem de dois a mais de um milhão de jogadores, de qualquer parte);
- Nativos Digitais *aprendem* de maneira diferente (Os Nativos Digitais são bastantes conscientes de que, ao quererem aprender coisas que lhe interessam, as ferramentas estão disponíveis pra eles *on-line*. Muitas faculdades têm ampliado o seu acervo *on-line* para atrair o público Nativo Digital);
- Nativos Digitais *desenvolvem-se* de maneira diferente (A vida *on-line* dos Nativos Digitais está continuamente evoluindo, e as crianças criando novos comportamentos tais como a abreviação das palavras em mensagens instantâneas, administrar várias conversas de mensagens instantâneas na sua tela, ao mesmo tempo em que fazem a lição de casa, entre outros comportamentos emergentes e periféricos);
- Nativos Digitais *buscam* de maneira diferente (Os Nativos Digitais possuem ferramentas bastantes sofisticadas disponíveis *on-line* quando o propósito é fazer busca, seja ela por informação, produtos, pessoas, conexões, etc. sendo o *Google* a ferramenta de busca mais acessada);
- Nativos Digitais *analizam* de maneira diferente (Os Nativos fazem *download* de programas capazes de analisarem diversas informações e ciclos ociosos do processador de seus computadores, como também programas que buscam, entre milhões de possíveis combinações de substâncias, aquelas poucas que parecem promissoras no tratamento de certas doenças);
- Nativos Digitais *informam* de maneira diferente (Com o surgimento da *Web*, os Nativos Digitais logo passaram a usá-la como ferramenta de notícias, buscando constantemente meios de informar mais rapidamente que seus pares. Ao assistirem um filme, os Nativos enviarão uma mensagem de texto para seus *blogs* e amigos com a sua opinião antes que a projeção acabe);
- Nativos Digitais *programam* de maneira diferente (A programação é a linguagem e alfabeto da tecnologia digital. Praticamente todos os Nativos Digitais podem programar de alguma maneira, mesmo que isso signifique configurar e personalizar seu próprio celular. Mesmo sem estudarem programação formalmente, alguns Nativos conseguem programar muito bem);

- Nativos Digitais *socializam-se* de maneira diferente (Ao mesmo tempo em que estão socializando, os Nativos Digitais estão sendo socializados via internet através de normas e regras da sociedade. As pessoas passam a ser julgadas não pelo que elas aparentam, mas pelo que sua produção aparenta, tendo que conquistar a reputação a capacidade de influência na internet. Sem mais encontro “às escuras” os jovens costumam verificar informações da pessoa em redes sociais como o *Facebook* onde os Nativos Digitais publicam dados pessoais, imagens e criações que eles querem que os demais vejam);
- Nativos Digitais *crecem* de maneira diferente (Os Nativos Digitais querem explorar, transgredir e testar limites).

Outros autores também têm desenvolvidos estudos na tentativa de elencar características que permitam traçar o perfil do jovem da era da informação. As mudanças que vem ocorrendo entre os próprios meios tecnológicos tem influenciado na mentalidade das pessoas hoje, em especial os Nativos Digitais. De forma particular, Frand (2000) elenca algumas informações a respeito dos valores, necessidades e comportamento dos Nativos Digitais:

- *Computers aren't Technology* (A tecnologia para a geração da informação é todo que rodeia os computadores, porém nas últimas décadas temos visto uma inundação de novas tecnologias digitais. Com isso, o computador passou a ser visto como algo banal, fazendo com que os jovens estejam sempre atentos a esperar pelos próximos passos dados pela tecnologia sem demonstrarem espanto por algo que eles já imaginam vir a acontecer);
- *Internet better than TV* (A Internet começa a ganhar mais espaço na rotina dos jovens, cada vez mais o número de horas que os jovens passam em frente à televisão vem diminuindo inversamente proporcional ao de horas na Internet. Isso é resultado de uma capacidade interativa maior da Internet. A avalanche de informações oriundas da Internet exige, em especial dos alunos, a capacidade de filtrar as informações e tirar suas próprias conclusões);
- *Reality no longer real* (A capacidade de manipulação dos dados na era da informação nos deixa desconfortáveis ao acreditar na veracidade e confiabilidade de fotografias, o emissor, destinatário e as mensagens em si, a

veracidade das informações, etc. A autenticidade do “real” passou a ser um problema crítico. Em contrapartida, para muitos jovens, a realidade virtual, como a que encontramos numa visita holográfica de um museu, passou a ser tão real como a experiência física de entrar no museu);

- *Doing rather than knowing* (No passado, a meia-vida da informação foi medida em décadas e séculos, certamente mais do que a vida da maioria dos indivíduos. Hoje, a meia-vida da informação é medida em meses e anos, com isso o que uma pessoa pode fazer é mais importante do que o saber fazer);
- *Nintendo over logic* (Na era industrial, a experimentação de tentativa e erro foi uma abordagem cara e demorada para a resolução de problemas. No jogo *Nintendo* para ganhar a constante e persistente tentativa e erro era essencial para se descobrir os segredos. Hoje, não é de se admirar que os manuais ou os conjuntos de instruções não sejam utilizados pelos estudantes, pois sua compreensão é fruto de uma experiência vivida);
- *Multitasking way of life* (Muitos jovens estão acostumados a assistir TV, falar ao telefone, fazer lição de casa, comer e interagir com seus pais ao mesmo tempo. Eles não se concentram em uma atividade por vez. Nossos alunos têm uma exposição, embora muito fina, a uma infinidade de lugares, ideias e culturas que anteriormente apenas os bem-aventurados poderiam se vangloriar. A sobrecarga de informação, um problema sério hoje, será ainda mais exacerbada com o crescimento exponencial da *Web*);
- *Typing rather than handwriting* (As centenas de horas que gerações passadas passaram praticando a caligrafia equivalem as horas gastas pelos jovens de hoje digitando no teclado. O processamento de texto mantém o poder de manipular facilmente os dados. Não é a “digitação”, mas o poder por trás da “digitação” que é tão importante hoje);
- *Staying connectd* (A conectividade avançada é uma parte natural da vida de estudantes da era da informação. A ubiquidade impulsiona uma mudança mais fundamental nos conceitos de distância e localização, onde os indivíduos podem participar de diálogos em tempo real de qualquer lugar a qualquer momento);
- *Zero tolerance for delays* (É da natureza humana querer a gratificação imediata de nossos desejos, não apenas físicos, mas também informativos. Todos somos vulneráveis a esse desejo de imediatismo. Existe uma necessidade de

se responder, tanto em termos de reconhecimento quanto de conteúdo, em tempo real. A noção de tempo tem se reconfigurando a ponto de um não de Internet ser equivalente a set anos de uma pessoa);

- *Consumer/Creator blurring* (Na linguagem de hoje, não há distinção entre o proprietário, o criador e o usuário de informações. Os protocolos da *Web* são tais que, se você vir algo que você gosta pode apenas copiar e cola de uma página em outra da *Web*. Afinal, as ferramentas para fazer isso não incorporadas aos editores da *Web*).

Ao analisar essas particularidades identificadas acima, percebemos que é cada vez mais urgente investirmos em mudanças no ambiente educacional. A estrutura física e, principalmente pedagógica, precisa está preparada para atender as necessidades dos alunos e se colocar diante de um ensino de qualidade capaz de permitir sentir-se um Nativo Digital não apenas fora dos muros da escola, mas sim, em seu interior, identificando as diferentes maneiras de aprender.

O contato prematuro com as tecnologias tem provocado aos Nativos diferentes formas de pensar e conseqüentemente de aprender. As pesquisas em neurobiologia nos mostram que o cérebro é predominantemente plástico, ou seja, o cérebro se reorganiza continuamente, em resposta a vários tipos de estímulos. O processo de reorganização e reabastecimento infinito do estoque de células cerebrais é tecnicamente chamado de neuroplasticidade. Essa capacidade neuroplástica do cérebro nos ajuda a entender as diferentes formas de aprender dos Nativos Digitais, que vem se configurando desde os primeiros contatos com as tecnologias (PRENSKY, 2010).

A maleabilidade é uma característica que influencia a aprendizagem dos Nativos Digitais levando em consideração o ambiente e a cultura em que as pessoas são criadas, determinando muitos de seus processos de pensamentos. Pais e professores questionam os períodos de atenção dos Nativos Digitais.

As experiências formativas com o uso de objetos digitais, são pobres em interatividade, pois o ensino tradicional oferece muito pouco disso. Dessa forma, não podemos dizer que os Nativos Digitais não conseguem prestar atenção, normalmente, eles escolhem não o fazer (PRENSKY, 2010).

Outra área que aparentemente tem sido afetada nos Nativos Digitais é a reflexão. Assim, como todas as coisas no mundo dos Nativos Digitais está a acontecer rapidamente, o mesmo acontece com a reflexão. O que tem acontecido é que em sua forma mais eficiente, a reflexão, raramente ou nunca é verbalizada ou mesmo realizada de forma consciente (PRENSKY, 2010).

2.4 APLICATIVOS EDUCACIONAIS NA PESQUISA: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Zhang *et al.* (2015) diz que “a pesquisa sobre o uso de *smartphones* e aplicativos móveis nas salas de aula ainda está em sua infância, deixando transparecer a necessidade de serem realizados mais estudos para identificar aplicativos eficazes voltados ao ensino de Matemática.” Poucos trabalhos têm-se preocupado em avaliar a qualidade desses aplicativos de aprendizagem móvel (ECONOMIDES, 2008).

É perceptível o enorme potencial dos aplicativos móveis, pois alunos usam aplicativos educacionais atualizados em seus *smartphones*, sempre que o considerarem conveniente. Compartilham seu processo de aprendizagem e resultados, sem estar no mesmo espaço físico, por meio de e-mails, blogs, transmissão de vídeo, mensagens instantâneas e muito mais. Obtém exames e questionários pessoais personalizados em seus *smartphones*. Da mesma forma, os professores podem se beneficiar de conexão pessoal online com o trabalho de seus alunos e os recursos mundiais que tem acesso (YERUSHALMY; BEN-ZAKEN, 2004).

Tomando como base os aplicativos explorados em seus estudos, Botzer e Yerushalmy (2007, p. 314, tradução nossa) direciona algumas características dos telefones que podemos generalizar aos demais aplicativos, ao dizer que:

Esses aplicativos são parte integrante dos telefones celulares pessoais dos alunos, os quais carregam em todos os lugares e em todos os momentos. A capacidade de usar os dispositivos para enviar gráficos e fórmulas para outros alunos como mensagens de texto curtas (SMS), as capacidades de comunicação do telefone celular, e a disponibilidade de acessórios celulares

com câmeras são esperados para aumentar o engajamento dos alunos com o aprendizado de Matemática.⁸

Como resultado de um campo emergente da educação, são poucos os modelos pedagógicos que subsidiam o uso e o desenvolvimento de aplicativos móveis na educação, havendo a necessidade de formulação de modelos pedagógicos adequados capazes de desenvolver estratégias inovadoras para integrar aplicativos móveis na aprendizagem e no ensino (BOTZER; YERUSHALMY, 2007).

É difícil determinar a qualidade de um aplicativo, não só por causa da falta de pesquisas atuais, mas também porque a informação disponível nas lojas online é fornecida pelo desenvolvedor do aplicativo e serve em grande parte como um infomercial. Tendo em vista o limitado campo de informações disponível, é provável que grande parte dos professores de Matemática não tenha conhecimento e acesso aos aplicativos de alta qualidade educacional (LARKIN, 2013).

O alto uso de aplicativos em ambientes não escolares, possivelmente, contribuiu para o crescimento no número de aplicativos dedicados às atividades práticas. Em várias ocasiões, a descrição do aplicativo fornecido pelas lojas online, não corresponde com a experiência real do aplicativo. Essas informações não são suficientes para que os professores façam um julgamento válido sobre a compra ou não compra. Além disso, o preço cobrado pelos aplicativos não indica necessariamente qualidade, já que existe uma série de aplicativos gratuitos superiores (LARKIN, 2013).

Com base nas limitações de informações e acesso, Larkin (2013, p. 2-3, tradução nossa) diz:

O que é exigido é uma consideração de como os educadores podem determinar a utilidade dos aplicativos para o aprendizado da matemática, dado que há uma expansão contínua e rápida na disponibilidade de novos aplicativos e, inversamente, há informações limitadas disponíveis em termos

⁸ These applications are an integral part of the learners' personal mobile phones, which they carry everywhere and at all times. The ability to use the devices to send graphs and formulas to other students as short text messages (SMS), the communication capabilities of the mobile phone, and the availability of cellular accessories such as cameras are expected to enhance the learners' engagement with mathematics learning (BOTZER; YERUSHALMY, 2017, p. 314).

desses aplicativos com base em avaliações independentes de sua adequação.⁹

Nos últimos anos, aplicativos que funcionam em tabletes e *smartphones*, cresceram rapidamente, chegando a mais de um milhão de aplicativos disponíveis para download nas lojas online (ZHANG et al., 2015).

Apesar do aumento na produção de aplicativos educacionais voltados ao ensino da Matemática, seu uso ainda não foi rigorosamente pesquisado (LARKIN, 2013). O *smartphone* equipado com seus recursos por meio dos aplicativos pode ser considerado como tendo a melhor condição como estratégia educacional (BAE; KIM, 2017).

Xavier (2013) define aplicativo como um *software* interativo para dispositivos móveis que ajuda usuários a desempenharem tarefas e achar soluções. Diferentemente de outros *softwares*, os aplicativos têm como objetivo a interatividade, a relação com o usuário de modo proativo, convidando o usuário para uma conexão. É visto como um auxílio, um apoio para determinadas situações de necessidade, portanto, ajuda a solucionar alguns problemas do cotidiano. O nosso problema se refere ao desenvolvimento da sociedade, pois estamos tratando da educação (XAVIER, 2013).

Necessita-se ter clareza nesse momento em que um paradigma ou modelo de educação está em simultaneidade com o outro em função também da revolução digital. Então, Xavier (2013) confronta características da chamada aprendizagem tradicional com uma aprendizagem baseada em dispositivos digitais, chamando-a de moderna, apresentando-as da seguinte forma:

- De um lado a aprendizagem tradicional tem como característica a ação individual e competitiva do aprendiz. Do outro, na aprendizagem moderna busca-se envolver o aprendiz em situação coletiva, compartilhada, consensual;

⁹ What is required is a consideration as to how educators can determine the usefulness of the apps for mathematical learning, given that there is a continual and rapid expansion in the availability of new apps and, inversely, there is limited information available in terms of these apps based on independent evaluations of their appropriateness (LARKIN, 2013, p. 2-3).

- Na aprendizagem tradicional a concepção é de uma aprendizagem mais classificatória de identificação de traços e características dos objetos de aprendizagem, enquanto que, na aprendizagem moderna se privilegia uma concepção mais reflexiva, sem radicalização;
- Aprendizagem tradicional tem um fim em si mesma, enquanto que, a aprendizagem moderna faz uma diagnose do que o aprendiz não sabe, de onde ele quer chegar para poder criar as situações em que ele possa aprender um determinado conteúdo ou determinada habilidade;
- Na aprendizagem tradicional há a centralização no professor, enquanto que, na aprendizagem moderna a relação entre professor e aluno é muito mais simétrica e cooperativa;
- Na aprendizagem tradicional enfatiza-se a memorização de informações. Na aprendizagem moderna a ênfase está na compreensão do processo;
- A dependência do aluno aparece como característica da aprendizagem tradicional e o desenvolvimento, o despertar da autonomia do aluno seria então característica da aprendizagem moderna.

Ao debater sobre alguns conceitos básicos relativos aos aplicativos educacionais, Xavier (2013) reflete sobre alguns critérios que nos orientam a escolher e selecionar os aplicativos que se dizem educacional e se de fato ele cumpre os critérios mínimos para ser considerado como tal. Partindo do princípio de que estamos em um momento histórico privilegiado em que se divergem, mas estão convivendo, simultaneamente, com dois modelos de aprendizagem (tradicional e moderno), qual seria ou quais seriam os desafios para os desenvolvedores de aplicativos educacionais. De acordo com Economides (2008), os aplicativos de aprendizagem móvel devem satisfazer as necessidades do aluno, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade da aprendizagem.

Um primeiro desafio seria a capacidade do aplicativo captar a atenção do usuário, no caso o aprendiz. O segundo desafio consiste em manter o foco do usuário no aplicativo, interessado na continuidade do uso do aplicativo. Posteriormente, é preciso gerar expectativas de que ele vai se aprofundar, entrando cada vez mais e mergulhando naquela atividade, a ponto de sem mesmo perceber a aprendizagem vai fluindo. Por fim, mas não em demérito, em verdade o objetivo de todo e qualquer

objeto de aprendizagem está na consolidação de um determinado conteúdo. Desta forma, as equipes de desenvolvedores de aplicativos precisam estar atentos a esses quatro desafios iniciais (XAVIER, 2013).

Ao escolher um aplicativo, dito como educacional, Xavier (2013) defende a ideia de que é preciso ter em mente que o processo deve envolver esses quatro elementos: a interação aluno-aplicativo-professor; a fundamentação pedagógica; a programação em informática e o conteúdo a ser utilizado como mola mestra daquele aplicativo.

Nesse âmbito, faz-se necessário que o aplicativo educacional seja de fácil uso, tenha clareza nas instruções, sem dificuldades. Isso significa que deve haver integração entre as instruções, não apresentando apenas texto escrito, mas também ícones, dicas ou atalhos, adequando a linguagem ao aprendiz. Gerar uma situação de navegabilidade fácil e trabalhar elementos que recuperem informações que o próprio aplicativo forneça (XAVIER, 2013).

Referente aos recursos motivacionais, um aplicativo precisa ter atratividade, levando em conta o fato de estar diante de um desafio pedagógico, que é fazer o usuário aprender um determinado conteúdo, uma determinada habilidade. É preciso pensar em um aplicativo que interaja com o usuário, chamando-o a manter relação com ele.

É necessário ter cuidado com o layout da tela, pois muitas vezes os aplicativos que são criados para desktop são utilizados em telas de *smartphones* havendo uma perda enorme por falta de adaptação. Por esse motivo, muitas empresas passaram a produzir seus próprios aplicativos adaptando o que podem ser navegados no desktop para ser navegado na tela de um *smartphone* (XAVIER, 2013).

O aplicativo deve ter cuidado com a carga cognitiva. Não se pode explorar ou carregar demais o aplicativo de informações gerando uma sobre carga. O stress cognitivo precisa ser evitado na construção de um aplicativo. É preciso adequar as mídias às atividades pedagógicas, ou seja, usar a hipertextualidade, que são link que vão gerar navegabilidade no interior do aplicativo, usando imagem, animação e sonoridade. Nesta perspectiva, é importante ir de acordo com a indicação cognitiva de acordo com faixa etária estabelecida a qual o aplicativo tem como público alvo (XAVIER, 2013).

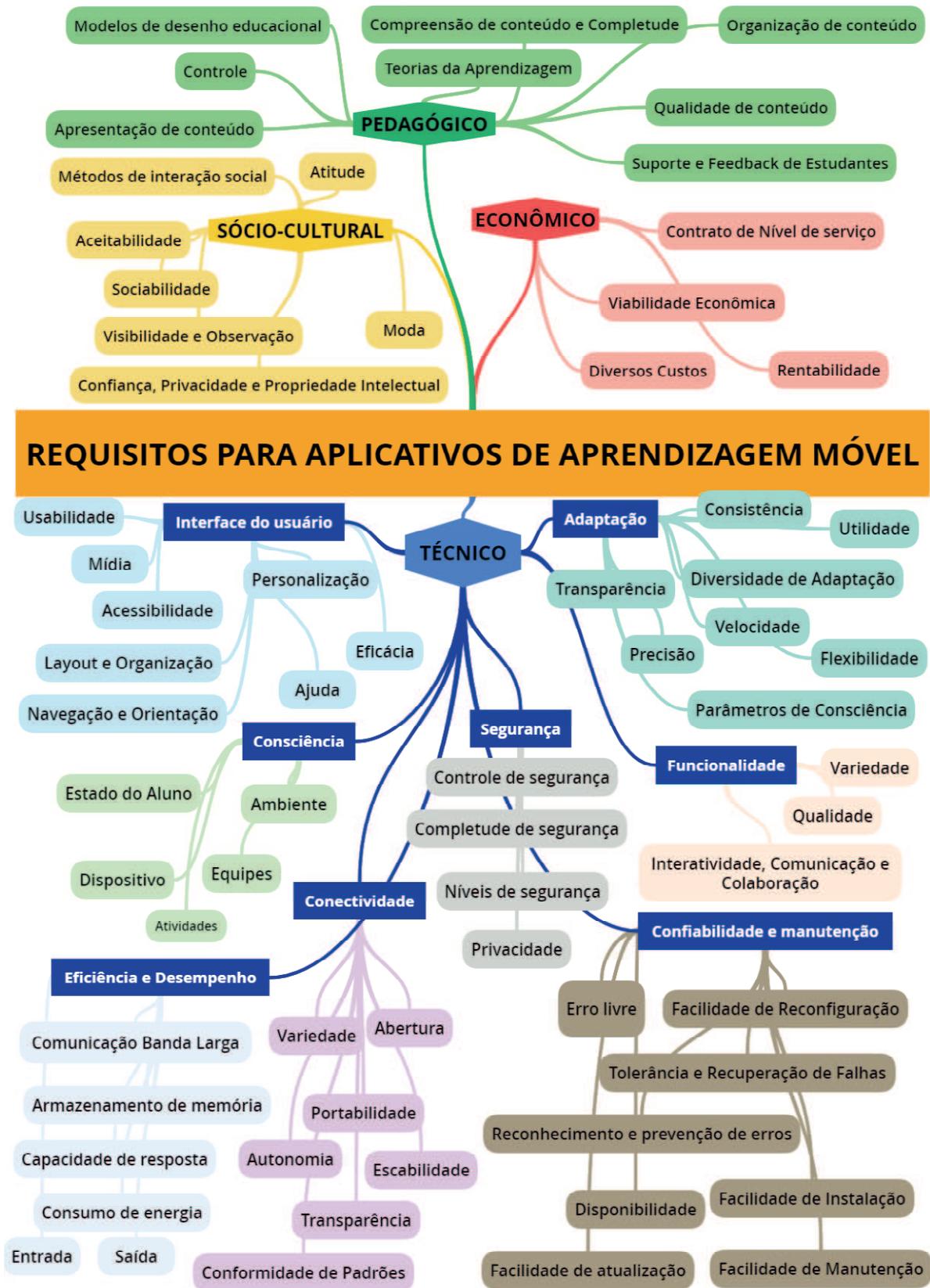
No contexto tecnológico e educacional, Xavier (2013) questiona qual o papel do professor nesse processo. Como resposta ele diz que o professor precisa compreender o conceito que subjaz tal aplicativo, pois será ele o mediador pedagógico entre o aplicativo e o aluno, ou seja, é o responsável pelas orientações didáticas, inclusive no que diz respeito a sugestão de inclusão e inserção de outros recursos quando o aplicativo por si só não estiver sendo suficiente.

Enfatiza-se então, a programação como a parte mais complexa dos aplicativos educacionais. O desenvolvedor de informática ao pensar, deve conceber um aplicativo seguro, simples e robusto. Essas características são fundamentais para que um aplicativo possa ser bem disseminado, bem utilizado e alcançar o seu objetivo.

Também motivado pela inserção constante dos dispositivos móveis no ambiente escolar, Economides (2008) desenvolveu estudos na intenção de apresentar uma estrutura de requisitos para aplicativos de aprendizagem móvel, analisando quatro dimensões: educacional, sociocultural, econômico e técnico.

O autor enfatiza que não é tarefa fácil definir requisitos, pois envolvem muita complexidade, afirmando não ser possível fornecer informações específicas que satisfaçam todos os aplicativos de aprendizagem móvel, possíveis usuários, dispositivos, atividades e ambientes. Para lidar com essa complexidade, Economides (2008) fornece requisitos para aplicativos de aprendizagem móvel de forma geral em um nível abstrato.

Figura 01 - Requisitos para aplicativos de aprendizagem móvel



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Economides (2008).

- *Requisitos pedagógicos:*
 - Várias teorias da aprendizagem devem ser incorporadas ao fazer uso de aplicativos de aprendizagem móvel. Com sabe na aprendizagem construtivista, deve haver projetos que exigem que os alunos construam de forma colaborada objetos educacionais.
 - Devem ser incluídos nos aplicativos de aprendizagem móvel modelos de desenhos educacionais que promovam análise, *desing*, desenvolvimento, implementação e avaliação.
 - A quantidade do conteúdo, deve ser válido, confiável e precisa, baseado em teorias atualmente aceitáveis que sobreviverão por um longo período de tempo.
 - O Conteúdo Abrangente e Completo, deve abranger todos os principais tópicos, ideias e pontos-chaves e todos os níveis, na quantidade certa para a aprendizagem móvel.
 - A Organização de conteúdo deve ser simples, modular e flexível.
 - No Suporte e Feedback do Aluno, os aplicativos de aprendizagem móvel devem apoiar o aluno e reagir às suas ações na quantidade certa no momento certo.
 - Vários níveis de controle entre o aluno, o professor e o sistema devem ser possíveis. O aluno pode ter a opção de ultrapassar o controle sobre a atividade educacional ignorando quaisquer sugestões do sistema.

- *Requisitos socioculturais:*
 - Na aceitabilidade, o aplicativo de aprendizagem móvel deve estar aberto a vários valores e ideias sociais, culturais, raciais, políticas e religiosas.
 - Quanto aos métodos de Interação Social, o aplicativo deve suportar diversos modos e estilos de Interação Social e Comunicação, flexibilidade de comunicação e multilinguíssimo.
 - Na Sociabilidade, deve promover e apoiar o aluno na socialização, participação ativa, desenvolvimento de relacionamentos, cooperação, compartilhamento, amizade, compreensão mútua e responsabilidade.
 - Quanto à atitude, deve aumentar a auto eficácia do aluno, a autoestima, a confiança e compromisso.

- No que tange a Visibilidade e Observabilidade, não deve ocorrer atividades secretas, a exemplo, monitoramento secreto e registro das transações do aluno.
 - Relativo à Confiança, à Privacidade e à Propriedade Intelectual, a privacidade e propriedade intelectual do aluno devem ser asseguradas.
 - Em relação à Moda, o aplicativo de aprendizagem móvel não pode ignorar a tendência sociocultural atual, devendo ser moderno.
- *Requisitos financeiros:*
- Em relação aos diversos custos e viabilidade econômica, em vários estágios da vida útil do aplicativo de aprendizagem móvel devem ser mantidos baixos.
 - Na eficácia dos custos, o aplicativo deve atingir os resultados e os benefícios pretendidos ao menor custo possível em comparação com aplicativos alternativos com os mesmos resultados pretendidos.
 - Deve-se haver vários tipos de Contratos, acordo de nível de serviço ou licenças para escolher. Parâmetros importantes a considerar são a sua flexibilidade, duração, visibilidade, conscientização, descontos e garantias.
- *Requisitos técnicos:*
- Interface do usuário:
 - Quanto a Usabilidade, deve ser fácil de entender, aprender e usar suas funções. Não deve distrair nem sobrecarregar cognitivamente o aluno. Em vez disso, deve atrair a atenção do aluno.
 - Em relação ao Layout e Organização, deve ser simples e intuitivo de usar.
 - Relacionado à sua mídia, vários tipos de mídia de alta qualidade e fidelidade devem ser suportados, tais como texto, áudio e vídeo.
 - A sua Navegação e Orientação, deve ser fácil, simples e intuitivo para navegar. Eles devem ser precisos e consistentes.
 - Com relação à sua Eficácia, deve fornecer meios úteis, apropriados e significativos para aumentar a produtividade do usuário.

- A sua acessibilidade, deve suportar várias línguas e modos de comunicação. Atender pessoas com necessidades especiais por meio de ampliação da tela com zoom, conversação de texto para texto e tradução para fala.
- Referente a Ajuda, deve oferecer vários formulários e ferramentas para suportar o usuário.
- A respeito da sua Personalização, deve estar ciente do usuário e do meio ambiente, prever quaisquer mudanças e ações e ser adaptado ao usuário individual.
- Funcionalidade:
 - Em relação à sua variedade de funções, o aplicativo de aprendizagem móvel deve oferecer muitos recursos para lidar com várias situações. Esses recursos devem cobrir o máximo possível de casos.
 - Na sua qualidade, as funções devem ser úteis e adequadas aos objetivos educacionais, ao aluno e a situação. Eles devem ser simples e autoexplicativos, fornecendo ao aluno flexibilidade e conveniência no momento certo.
 - No que diz respeito a sua interatividade, comunicação e colaboração, ele deve oferecer vários modos de comunicação. A sincronização e coordenação entre mídia, recursos, aplicativos, dispositivos e redes também são muito importantes.
- Consciência:
 - Em relação ao estado do aluno, o aplicativo de aprendizagem móvel deve estar ciente do estado cognitivo, social, afetivo e físico do aluno. Os parâmetros que descrevem o estado do aprendiz podem ser declarados pelo próprio aluno, ou podem ser estimados por suas respostas aos questionários apropriados ou podem ser medidos por dispositivos.
 - No que diz respeito ao dispositivo, o aplicativo de aprendizagem móvel deve conhecer em cada momento qual é o poder de processamento disponível, a capacidade de memória livre, a duração restante da bateria e os recursos de entrada e saída.
 - Nas atividades, o aplicativo deve conhecer o status das aplicações e atividades ativas, seu objetivo, seus participantes, sua duração, seus preços,

recursos e ferramentas consumidos, sendo usados e permanentes, cem como suas conquistas.

- Nas equipes, o aplicativo de aprendizagem móvel deve conhecer informações sobre as equipes onde o aluno pertence.
- No tocante ao meio ambiente, o aplicativo deve estar atento ao terreno, ao clima, a infraestrutura e aos recursos disponíveis. De forma mais explícita, deve saber se o aluno está se movendo em uma área urbana, rural, selvagem, deserta, se estiver em terra, mar ou ar, etc. Consciência e previsão do clima, as condições de luz e ruído também são importantes. O hardware disponível, os serviços e outros recursos no sistema e vizinhança do aluno devem ser conhecidos. Também deve ter informações sobre a cobertura da rede, conectividade e tecnologia.
- Adaptação:
 - Em relação a variedade d adaptação, vários parâmetros do contexto educacional, sociocultural, econômico e tecnológico do aplicativo de aprendizagem móvel devem ser adaptados de acordo com os parâmetros de conscientização. Por exemplo, o conteúdo educacional, organização, apresentação, navegação, feedback e avaliação devem ser adaptados ao estado, desempenho e realizações do aluno.
 - Nos Parâmetros de Consciência, a Adaptação deve basear-se em vários parâmetros de conscientização.
 - No que tange a utilidade, as adaptações devem ser uteis e apropriadas para a situação dada. Elas devem efetivamente apoiar o aluno e as atividades educacionais.
 - Em relação a transparência, a adaptação deve ser transparente e invisível para o aluno. Ele não deveria ser incomodado a menos que ele desejasse selecionar as adaptações sozinho.
 - A respeito da precisão, as adaptações devem ser corretas e precisas.
 - Em relação a Consistência, um estado de consciência semelhante deve produzir resultados de adaptação semelhantes.
 - Já na flexibilidade, a adaptação deve ser flexível e ajustável. Se uma correspondência exata não puder ser encontrada, uma aproximação deve ser dada.

- Quanto a velocidade, quanto mais rápidas forem as adaptações, melhor será a operação.
- Confiabilidade e Manutenção:
 - Quanto ao erro livre, a operação do aplicativo de aprendizagem móvel deve ser correta e precisa sem erros. Deve detectar, estimar e adaptar-se corretamente de acordo com os parâmetros de conscientização.
 - Em relação a tolerância a falhas e recuperação, todos os erros que não podem ser evitados devem ser facilmente reparados com o mínimo de esforço e recursos possíveis. O aplicativo de aprendizagem móvel deve continuar a operação em caso de falha ou falha de algumas de suas partes. O reparo deve ser transparente para os alunos.
 - No que diz respeito a sua disponibilidade, o aplicativo deve estar sempre disponível em qualquer ambiente. Deve sobreviver na maioria das situações extremas, mantendo a sua integridade.
 - Em relação a sua facilidade de instalação, deve ser fácil e rápido de instalar em qualquer dispositivo ou sistema apropriado.
 - A facilidade de manutenção deve precisar de um esforço e tempo mínimos para manter sua operação eficiente.
 - A sua facilidade de reconfiguração deve ser fácil, não problemático e substituição rápida de peças.
 - Com relação a sua facilidade de atualizar, deve ser fácil e rápido revisá-lo e atualiza-lo.
- Eficiência e Desempenho:
 - Acerca da sua capacidade de resposta, a mesma deve ser rápida e apropriada. Não deve haver atrasos na resposta aos pedidos e comunicações do aluno. O aluno não deve notar atrasos.
 - No que diz respeito a comunicação banda larga, o aplicativo de aprendizagem móvel deve utilizar a banda larga de forma eficiente. Caso não tenha banda larga suficiente disponível, deve-se ajustar sua operação para a banda larga disponível.
 - Quanto ao armazenamento de memória, o aplicativo de aprendizagem móvel de forma eficiente, gerenciando a memória para aumentar o seu desempenho.

- No tocante ao consumo de energia, o aplicativo não deve consumir muita energia. As técnicas de conservação de energia podem ser aplicadas para economizar energia quando nenhuma atividade estiver sendo realizada.
- Em relação a sua entrada e saída, o aplicativo deve aceitar dados e serviços de forma eficiente, utilizando os dispositivos de entrada da melhor maneira possível.
- Conectividade:
 - Em relação a conformidade de normas, o aplicativo de aprendizagem móvel deve cumprir os padrões internacionais, sendo compatível e fácil de trabalhar em conjunto com outros aplicativos baseados em padrões, formato de dados, banco de dados, dispositivos, redes, plataformas, etc.
 - No que diz respeito a variedade de conectividade, ele deve suportar tantos dados e sistemas diferentes quanto possível.
 - No que tange a portabilidade, o aplicativo de aprendizagem móvel deve importar e exportar facilmente para outros dados e serviços do sistema.
 - Quanto a transparência, o seu funcionamento deve ser transparente para o aluno. Os módulos do aplicativo devem ser perfeitamente integrados e interligados harmoniosamente com outros aplicativos.
 - Relacionado a sua escalabilidade, deve ser fácil aumentar o número de dados, padrões de mobilidade, áreas e serviços suportados.
 - Quanto a autonomia, o aplicativo de aprendizagem móvel deve exigir recursos mínimos e hardware e *software* extras para operar.
- Segurança:
 - Em relação a sua integridade de segurança, o aplicativo de aprendizagem móvel deve incorporar tecnologias de segurança atualizadas. Essas tecnologias devem proteger completamente o acesso, armazenamento e comunicação dos dados e aplicativos.
 - No que diz respeito aos níveis de segurança, ele deve suportar vários níveis para diferentes usuários e recursos.
 - No que tange a sua privacidade, deve apoiar a confidencialidade, anonimato, privacidade e confiança do usuário.

- Quanto ao seu controle de segurança, o usuário deve ter controle sobre seus dados, aplicativos e recursos. Ele deve controlar quais informações pessoais estarão disponíveis para outros.

Esses requisitos podem ajudar na concepção e desenvolvimento de aplicativos de aprendizagem móvel, podendo ser úteis para determinar pontos fortes e vantagens, bem como limitações, desvantagens, ambiguidades e desvantagens dos aplicativos. Podem ajudar as organizações educacionais a avaliar de forma confiável e comparar vários aplicativos, a fim de selecionar o mais apropriado para um determinado cenário e objetivo educacional (ECONOMIDES, 2008).

Economides (2008) enfatiza que para maximizar a utilidade dos aplicativos de aprendizagem móvel, é importante considerar todos os fatores críticos que afetam sua qualidade. Para ele, o aluno deve estar no cerne dos aplicativos de aprendizagem móvel, apoiando-o a obter o maior proveito da aprendizagem de qualidade, atingindo os objetivos educacionais especificados com precisão e integridade.

Andrade, Júnior e Silveira (2015, p. 546) discorrem que: “um aplicativo não deve, obrigatoriamente, conter todas as características de qualidade, e sim, ter a qualidade necessária para o alcance de seus propósitos e satisfação de seus usuários.” Ao se preparar para fazer uso desses recursos devemos priorizar as características que contemplem as estratégias para se alcançar os objetivos da prática educativa.

As pesquisas que exploram o uso de aplicativos educacionais vêm ganhando cada vez mais espaço no meio científico. A nível nacional estamos engatinhando, enquanto que, o meio internacional vem dando passos mais firmes, relativo à inserção dos *smartphones* e aplicativos móveis na educação. De forma geral, podemos identificar a preocupação de alguns pesquisadores em fazer uso desse tema como objeto de pesquisa, mostrando resultados plausíveis e que nos convida a conhecer melhor essa realidade. Não só na Matemática, como também em outras áreas de ensino, podemos encontrar pesquisadores que inserem os aplicativos móveis em suas práticas pedagógicas. Isso é possível pois o mercado de aplicativos móveis vem crescendo cada vez mais, impulsionado por algumas empresas, especialmente de

telefonias, que promovem parcerias com organizações educacionais a fim de patrocinar projetos que façam uso e divulguem seus aplicativos.

O campo educacional aos poucos vem sentido a presença de pesquisa, que utilizam os aplicativos móveis na sala de aula, mesmo aquelas que são desenvolvidas por professores que não publicam as suas ideias, mais que obtém resultados com elas. Do Ensino Fundamental ao Ensino Superior, de um simples artigo a uma dissertação ou tese, encontramos relatos de que o uso dos aplicativos móveis na educação tem surtido efeitos positivos. Na tentativa de comprovar algumas dessas ideias, que assolam a realidade da maior parte dos ambientes educacionais do mundo, apresentamos a seguir algumas pesquisas.

- Zhang et al. (2015), da Universidade do Texas em El Paso, desenvolveu um estudo exploratório com alunos de uma sala de aula inclusiva da quarta série, onde metade dos alunos estavam em risco ou tinham deficiência. Os alunos usaram três aplicativos de Matemática, que empregavam diferentes estratégias para apoiar a aprendizagem com números decimais. Este estudo encontrou evidências encorajadoras sobre o uso de aplicativos de Matemática para melhorar a aprendizagem dos alunos e reduzir as lacunas de dificuldades entre os alunos. Percebeu-se que os recursos dos aplicativos de Matemática, como auto estimulação, feedback imediato e quebra de processos complexos em pequenos passos, podem ser ainda mais benéficos para estudantes com dificuldades.
- Larkin (2013), da Griffith University, usando medidas quantitativas e qualitativas, avaliou 142 aplicativos que atendem aos critérios de pesquisa inicial. Um resultado declarado desta pesquisa foi a geração de uma lista que recomenda 34 aplicativos de Matemática de qualidade para serem usados em pesquisas futuras com professores e alunos da escola primária.
- Drigas e Pappas (2015), do Instituto de Informática e Telecomunicações em Atenas na Grécia, com base na inclusão da aprendizagem móvel no processo educacional, realiza um estudo que apresenta várias pesquisas importantes que examinam as consequências do uso de ferramentas e aplicativos móveis, bem como aplicações online em ensino de Matemática, em todos os níveis

educacionais. Dentre as pesquisas apresentadas, as que se destacam por fazerem uso de aplicativos móveis são:

- Estudo de caso piloto foi baseado no projeto Math4Mobile, uma plataforma online que examina as oportunidades de tecnologias onipresentes e pessoais para fins educacionais, especificamente fazendo uso do *smartphone* para ensinar e aprender matemática. Este ambiente de aprendizagem móvel inclui Sketch2Go, um aplicativo que permite aos usuários esboçar gráficos de funções e explorar visualmente os fenômenos, e o aplicativo Graph2Go, uma calculadora gráfica para a transformação dinâmica de funções. Ao fim do projeto os pesquisadores afirmam que a aprendizagem móvel permite o uso de aplicativos matemáticos em qualquer hora e lugar, incentivando o desempenho de operações matemáticas e melhorando a experiência de aprendizagem.
- Experimento realizado para aprender Matemática em um ambiente móvel autêntico, o Math4Mobile. A experiência contou com a participação de 32 alunos da 8ª série de uma escola em Umelfahn, Israel. Em posse de seus celulares, os alunos participaram de atividades ao ar livre explorando e investigando conceitos matemáticos por meio do aplicativo Midlets, que permite ver gráficos de vários modelos de funções lineares. Como resultado, o ambiente de aprendizagem matemática usando aplicativos de *smartphones* permitiu uma aprendizagem colaborativa por meio de situações autênticas da vida real envolvendo a Matemática, tornando a aprendizagem matemática mais fácil e rápida. Em seguida realizou outro estudo para saber como os alunos do ensino médio respondem a aprendizagem matemática por meio de aplicativos celulares. Neste estudo participam 15 alunos da 9ª série. O aplicativo mais usado pelos alunos foi o Graph2Go, que permite esboçar gráficos de funções e o Fit2Go, para funções quadráticas. Os participantes destacaram que a aprendizagem de matemáticos, por meio de aplicativos móveis, melhora a capacidade de resolver problemas em pouco tempo, sem muito esforço, assegura a correção das soluções, e torna a aprendizagem mais ativa.

- Na África do Sul pesquisadores apresentaram o “MobileMath”, um aplicativo de aprendizagem móvel projetado para ajudar estudantes do ensino médio a melhorarem seu desempenho em álgebra. O aplicativo, está disponível nos *smartphones* com acesso à internet, oferecendo lições, exemplos, tutoriais, questionários e jogos que ajudam os usuários a praticarem certas habilidades matemáticas. Estudos foram realizados com 57 alunos para examinar a eficácia do aplicativo em relação a aprendizagem matemática. Os resultados das análises, mostra que os alunos gostaram das atividades propostas, especialmente jogos, chegando à conclusão que o aplicativo ajudou a melhorar o desempenho em álgebra.

A partir dos resultados das pesquisas analisadas, Drigas e Pappas (2015) concluem que as aplicações móveis motivam os alunos, tornando a aprendizagem mais agradável e interativa, desde a pré-escola até a universidade. Aponta que o trabalho dos desenvolvedores promete mais ferramentas tecnológicas para um futuro próximo, criando um novo modelo educacional.

- Ramanello (2016) apresenta uma pesquisa de mestrado na UNESP que investiga o uso de aplicativos para *smartphones* no contexto da sala de aula como um recurso didático usado para trabalhar conceitos matemáticos de função com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.
- Chinellato, Domingues e Romanello (2016) ministraram minicurso visando apresentar alguns aplicativos, a maioria relacionada a conteúdos matemáticos. Tais aplicativos podem ser utilizados em tablets e *smartphones* com o sistema operacional Android.
- Attard e Northcote (2011; 2012) exploram o uso de tecnologias móveis como parte do repertório para o ensino de Matemática. Em sua série de artigos sobre o ensino de Matemática com tecnologia, desta vez traz a exploração do uso de uma variedade de tecnologias móveis para melhorar as práticas dos professores na sala de aula primária de Matemática. Na Parte 1 (2011), explora

o uso do iPod Touch e do iPad. Na Parte 2 (2012), explora dispositivos GPS e uma variedade de outros dispositivos portáteis.

- Dullius e Quartieri (2015) em um dos capítulos organizados em seu livro, apresentam diversos aplicativos capazes de subsidiar o ensino de números e cálculos fundamentais de aritmética propiciando ao aluno condições de poder se apropriar do sistema de numeração, possibilitando compreensão de seus processos resolutivos, como um desafio não só dos docentes dos Anos iniciais do Ensino Fundamental.
- Mastronicola (2014) desenvolveu sua pesquisa de mestrado intitulada “Trigonometria por app” ao desenvolver atividades práticas fazendo uso de um aplicativo móvel para a abordagem de conceitos e ideias trigonométricas com alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Esse recorte bibliográfico de algumas pesquisas nos mostra a eficiência desses recursos na educação e a necessidade de se pesquisar ainda mais sobre o tema, ao mesmo tempo em que nos convida a aproximasse desses recursos tecnológicos de forma a domina-los assim como nossos alunos. Os critérios de seleção dos aplicativos, as suas principais características devem instigar inicialmente o nosso desejo em fazer uso dos aplicativos móveis na educação, para assim alcançarmos resultados satisfatórios que venham a somar aos já existentes.

Esse enfoque literário nos permite desenvolver um olhar crítico sobre a realidade que nos cerca em termos tecnológicos, nos preparando para melhor lidar com possíveis situações que influenciem a sala de aula de aula, ao mesmo tempo em que nos instiga a acompanhar de perto esse crescimento tecnológico, fazendo uso de seus recursos, não só para benefícios próprios como também a favor do processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

3 A PESQUISA QUALITATIVA SOB A ÓTICA DO PROFESSOR PESQUISADOR

Neste capítulo, iniciamos categorizando a nossa pesquisa como qualitativa, buscando suporte teórico em Lüdke e André (1986) e Bogdan e Biklen (1994). Ao mesmo tempo, ousamos classifica-la como pesquisa pedagógica sob a ótica de Lankshear e knobel (2008). Em seguida apresentamos o nosso local de pesquisa, situando em especial as localizações e características gerais das escolas onde tivemos a oportunidade de realizar a pesquisa. Feito isso, evidenciaremos características dos sujeitos de nossa pesquisa: o professor pesquisador, a sala de aula e os alunos. Os instrumentos de pesquisa são elencados, para em seguida, com base em tudo que foi apresentado na nossa metodologia, expor a dinâmica de trabalho que nos sucedeu, desde as suas divisões em etapas, o desenvolvimento das atividades, como também a interação de todos os envolvidos no trabalho de pesquisa.

3.1 O PROFESSOR PESQUISADOR E A PESQUISA QUALITATIVA

A nossa pesquisa conta com a presença efetiva do professor, atuando como pesquisador da sua realidade de sala de aula, o que nos permite vê-la a luz da pesquisa qualitativa de caráter pedagógico de acordo com Lankshear e Knobel (2008). A todo tempo nossa pesquisa foi pensada na tentativa de dá suporte a prática pedagógica do professor pesquisador, uma vez que, não faria sentido para nós desenvolvermos pesquisas em outras salas de aulas, investigar a realidade de outros professores deixando a nossa desprovida dos benefícios que a mesma pode trazer. Sem contar, em todas as etapas que necessitaríamos conhecer antes de desenvolver uma pesquisa dessa natureza, a exemplos delas, a realidade da sala de aula, do professor e dos alunos.

Como característica da pesquisa qualitativa Bogdan e Biklen (1994) dizem que:

Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as acções podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de

ocorrência. Os locais têm de ser entendidos no contexto da história das instituições a que pertencem. Quando os dados em causa são produzidos por sujeitos, como no caso de registos oficiais, os investigadores querem saber como e em que circunstâncias é que eles foram elaborados.

Quando o professor se torna pesquisador a sua inserção no local de estudo lhe confere um pré diagnóstico do que se pretende pesquisar, aproximando-se da sua realidade desta vez por meio do olhar crítico e do pensamento reflexivo. A partir do momento que o professor realiza a pesquisa na sua sala de aula, a mesma já está contribuindo para um autoconhecimento da sua realidade profissional, levando-o a uma auto avaliação durante todo o desenvolver da pesquisa.

Para melhor desenvolver e fortalecer as ideias metodológicas da nossa pesquisa, buscamos suporte teórico que nos desse, propriedade suficiente para assim classifica-la como qualitativa e pedagógica, trazendo a frente o professor como principal protagonista. Os dados da pesquisa foram todos coletados de uma fonte direta e natural da realidade do professor, a própria sala de aula. O percurso realizado pela pesquisa é totalmente descritivo, onde a nossa preocupação como professor pesquisador está voltada mais para o processo de aplicação da pesquisa do que simplesmente os resultados ou produtos. Essas características estão de acordo com o que diz Bogdan e Binklen (1994) ao relatar traços fortes da pesquisa qualitativa.

O pesquisador, de forma geral, sofre influencias do meio e da sua realidade de vida, suas crenças, dentre outras formas de pensar. No momento que essa pesquisa ganha vida na pessoa do professor, o mesmo passa a receber uma influência ainda mais intensa de fatores externos, internos e pessoais, que devem ser levados em consideração no momento de pesquisar. Muitos desses fatos estão intimamente ligados à realidade do professor, voltados para o processo de ensino e aprendizagem, sentindo necessidade de estuda-los, tornando-os parte do seu objeto de pesquisa, sendo o próprio professor a ponte e ao mesmo tempo objeto de estudo.

Por algum tempo, as pesquisas educacionais comungavam da ideia de que existia uma perfeita separação entre o sujeito da pesquisa, o pesquisador, e o seu objeto de estudo. Com a evolução dos estudos em educação, passou-se a perceber que não é bem assim que o conhecimento se processa na pesquisa qualitativa

(LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Como consequência do investimento nos estudos sobre a pesquisa qualitativa Lüdke e André (1986, p. 5), dizem que:

O papel do pesquisador é justamente o de servir como veículo inteligente e ativo entre esse conhecimento acumulado na área e as novas evidências que serão estabelecidas a partir da pesquisa. É pelo seu trabalho como pesquisador que o conhecimento específico do assunto vai crescer, mas esse trabalho vem carregado e comprometido com todas as peculiaridades do pesquisador, inclusive e principalmente com as suas definições políticas [...].

Como pesquisador, o professor passa a valorizar ainda mais o seu trabalho, buscando no mesmo uma autonomia para gerar conhecimento específico da sua área no campo educacional. Quando se trata do comprometimento da pesquisa devido às peculiaridades do professor, ao ter a sala de aula como objeto de estudo, o mesmo já tem total domínio dos fatores que a influenciam, sendo capaz de filtrar e não deixar os resultados da pesquisa serem comprometidos, uma vez que a realidade da educação brasileira hoje, não difere muito se analisada sob a ótica da realidade de outros profissionais da educação.

Esse fato é fortalecido por Bogdan e Biklen (1994, p.48), quando diz que “os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser mais bem compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência”. Quando a pesquisa qualitativa se enquadra no perfil da pesquisa pedagógica o professor não frequenta o seu local de estudo, ele é o próprio local de estudo. Isso nos permite classificá-lo como o profissional mais qualificado para desenvolver uma pesquisa que esteja voltada para a exploração do ambiente educacional.

Ao tentar entender a pesquisa pedagógica por meio da literatura disponível baseada em Lankshear e Knobel (2008), é notável que a mesma sofre resistência por parte de alguns pesquisadores que não consideraram essa modalidade de pesquisa aceita no meio científico. Sendo assim, buscamos artifícios bibliográficos que nos levam a confirmar a nossa pesquisa como pedagógica, acreditando no seu potencial e nas contribuições que a mesma tem a oferecer para a comunidade científica acadêmica e educacional.

Toda a nossa pesquisa acontece dentro do ambiente escolar, mais precisamente na sala de aula, mediada pela presença do professor, sofrendo influência dos alunos, como também fatores externos e internos à realidade de ambos. A pesquisa pedagógica está justamente voltada para essa realidade, pois de acordo com Lankshear e Knobel (2008, p. 13-14) a mesma “está confinada à investigação direta ou imediata das salas de aula”, onde enfatiza também o papel no professor quando diz que “o principal pesquisador em qualquer trabalho de pesquisa pedagógica é o professor cuja sala de aula está sob investigação.”

Os objetivos e propósitos da pesquisa pedagógica são evidenciados por Lankshear e Knobel (2008, p. 14), ao apresenta-los da seguinte forma:

Um deles diz respeito a melhorar a percepção do papel e da identidade profissional dos professores. O outro é a ideia de que o envolvimento com a pesquisa pedagógica pode contribuir para um ensino e uma aprendizagem de melhor qualidade nas salas de aulas. (...) ela pode contribuir, de forma demonstrável, para melhorar o ensino ou a formação dos alunos. Isto pode acontecer de diferentes maneiras. É por meio de sua própria pesquisa que os professores podem ficar atentos ao seu método de ensino, e detectar o que faz com que os alunos tenham um menor rendimento, aprendendo menos do que poderiam. Com essa consciência, podem realizar mudanças criteriosas, coloca-las em prática e melhorar os resultados de ensino.

O exposto acima justifica uma das nossas inquietações iniciais ao se pensar em pesquisar. No momento em que voltamos à atenção da pesquisa para a prática do professor, a tentativa de elucidar algo que venha contribuir no processo de ensino e aprendizagem, caracteriza a nossa pesquisa como pedagógica, ao mesmo tempo em que desperta no professor um sentimento de dignidade e auto avaliação, ao defender a sua competência para fazer julgamentos profissionais criteriosos. (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008).

A visão predominante de que a pesquisa por professores deva ficar confinada à observação direta ou imediata das salas de aula e que a mesma se define em termos de professores pesquisando suas próprias salas de aulas não condiz com as ideias defendidas por Lankshear e Knobel (2008), pois reflete uma visão limitada do que venha ser uma pesquisa pedagógica. Embora espera-se um impacto na sala de aula com a pesquisa pedagógica, os professores podem aprender muito, informando e

orientando sua prática atual por meio de estudos de investigação histórica, antropológica, entre outras. Ao mesmo tempo, as análises feitas pelo professor pesquisador podem ser oriundas de dados secundários, obtidos por outros pesquisadores em contexto similares e de alguma forma importante para a pesquisa, ampliando perspectivas de reflexão sobre o próprio trabalho, antes de pesquisar seu local de trabalho (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008).

A pesquisa pedagógica deve surgir de questões, problemas ou preocupações percebidas pelos próprios professores, sendo essa característica vista como um limite entre a pesquisa pedagógica e a pesquisa acadêmica que por sua vez deveria ser conduzida de maneira independente ao envolvimento acadêmico formal de acordo com as ideias de Lankshear e Knobel (2008). Além do mais questionam o porquê de professores não poderem se engajar em programas de pós-graduação, para conduzir pesquisas relevantes às necessidades e interesses como educadores. Nesta perspectiva, Lankshear e Knobel (2008, p.17) dizem que “na pesquisa pedagógica, a maneira como essas questões e preocupações são tratadas deve responder e entender às decisões e ideias do professor, sobre o que é útil e relevante.”

Partindo desse ponto de vista, Lankshear e Knobel (2008, p.18) identificam os pesquisadores pedagógicos como:

Profissionais da sala de aula, em todos os níveis, da pré-escola ao ensino superior; envolvidos, individualmente ou em grupos, em investigação automotivada e autogerada, sistemática e informada, realizada visando aprimorar sua vocação como educadores profissionais.

As contribuições podem ser perceptíveis ao se estudar a própria sala de aula. Porém, a pesquisa pedagógica não se limita apenas a sala de aula, Lankshear e Knobel (2008, p.18) dizem que a mesma também pode ser realizada em “bibliotecas, nos lares, em comunidades e em qualquer outro lugar onde se possa obter, analisar e interpretar informações pertinentes às orientações por um pesquisador enquanto professor.” Isso faz com que a pesquisa acadêmica pedagógica tenha forte influência sobre os professores de hoje, na tentativa de dá uma nova roupagem em algumas metodologias tradicionais, como também traçar novas, fazendo uso em especial das

tecnologias, como é o nosso caso de pesquisa. A partir do momento que o professor utiliza um recurso diferente na sua sala de aula, tendo esse surtido ou não efeito para aprendizagem dos alunos, o mesmo deve se preocupar em explorar ainda mais essa ideia, não tratando as coisas como algo trivial.

Uma das exigências da pesquisa qualitativa, como bem diz Bogdan e Biklen (1994, p. 49) é “que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo”. Muitas práticas plausíveis estão sendo realizadas nas salas de aula hoje, por professores que ainda não despertaram o olhar para a pesquisa, de modo a fortalecer ainda mais a sua ideia e contribuir para que a mesma se propague dentro do meio educacional.

Com isso, ao se trabalhar com a pesquisa pedagógica, os seus alicerces devem estar embasados por um pensamento crítico sobre a sua prática em sala de aula. Ser fiel à descrição dos fatos e ter consciência de que a sua pesquisa não tem obrigação de apresentar apenas resultados positivos acerca da situação problema. Mas sim, deixar claro o caminho percorrido durante a pesquisa, para que possa ser possível entender o porquê dos resultados. Com isso, a autonomia do professor é ainda mais valorizada, uma vez que o mesmo deixa de ser visto apenas como um operário, ou trabalhador que realiza tarefas previamente estabelecidas, passando a ser visto não mais de “baixo para cima”. Isso é possível ao colocar à tona sua sabedoria profissional baseada na experiência educacional especializada.

3.2 *LOCUS* E SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em quatro ambientes educacionais de ensino diferentes. Dentre eles temos uma escola da rede estadual de ensino da Paraíba, outra da rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte, uma escola da rede privada de ensino no município de Cajazeiras-PB, como também um museu que dispõem de um laboratório de Matemática para a realização de oficinas com alunos da rede municipal de ensino de Campina Grande-PB.

O pluralismo de *locus* é proveniente de um professor pesquisador que tenta explorar a pesquisa dentro da sua realidade de trabalho, mais precisamente na sua sala de aula. Para que isso seja possível, inicialmente a aproximação com o tema da pesquisa se dá em um ambiente que não faz parte da sua rotina de trabalho, para que após a ação exploratória da pesquisa sob a ótica de outros profissionais da educação, a ideia pudesse amadurecer e chegar até a sua sala de aula mais fortalecida.

O trabalho de campo aconteceu inicialmente no Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba. Seu objetivo é promover a difusão e popularização da Ciência, Tecnologia e Inovação junto à comunidade, com foco especial na educação da região. Dispõem de espaços que valorizam a convivência, o lazer e a inclusão social, dando suporte para diversas inovações no ensino.

O patrimônio museológico valoriza a investigação com princípios educativos e científicos, com abertura para parceria de projetos com as universidades, com a sociedade e regiões circunvizinhas. O acervo do museu conta com instalações e exposições de materiais que valorizam a Ciência, tais como a Matemática, a Física, a Química, a Biologia e as Tecnologias. O nosso foco está voltado para o laboratório de Matemática do museu, que recebe visitas de alunos sob a orientação de responsáveis por meio do PROAFE.

O PROAFE (Programa de Apoio à Formação de Educadores e Educandos do Município) atua no museu com a presença de bolsista oriundos dos cursos de Licenciatura em Matemática, Física, Química e Biologia da UEPB, campus Campina Grande. Esses monitores realizam oficinas semanalmente nos laboratórios das suas respectivas disciplinas, sob a orientação de professores coordenadores do programa, atendendo alunos do 6º ao 9º Ano do ensino fundamental da rede municipal de ensino de Campina Grande. Os estágios supervisionados acontecem três vezes por semana (terça-feira a quinta-feira), permitindo aos alunos da rede municipal de ensino vivenciarem, na prática, o que eles aprendem na sala de aula sob a orientação e supervisão dos estudantes da UEPB.

Tomando conhecimento desse ambiente educacional, que conta com a presença de outros profissionais da educação, em especial aqueles em formação, foi que decidimos nos aproximar desse local para explorar e amadurecer a ideia inicial da pesquisa. A proposta de ensino que se aplica no programa, permite aos estagiários

realizarem a mesma oficina com alunos de diferentes escolas, de modo que a cada vez que a oficina for ministrada, ela atenda a um público diferente. Outro fator importante diz respeito ao planejamento das aulas, que acontece mediante a orientação do professor coordenador do programa e sob a opinião crítica de cada estagiário, gerando novas discussões a respeito do tema a ser trabalhado.

No momento de atuação da pesquisa, os alunos participantes eram de turmas do 6º Ano do ensino fundamental, tendo a proposta de ensino adaptada para esse nível de escolaridade. A oficina era ministrada por dois monitores que sempre se reversavam, para atender todos os horários de realização das aulas. Os alunos que vinham participar das oficinas num determinado turno, eram divididos entre os laboratórios de Matemática e ciências, chegando a atender por vez 9 a 12 alunos em cada oficina. Os alunos que na primeira semana assistiram a oficina de Matemática, ao voltar ao museu na semana seguinte, iriam agora participar da oficina de ciências.

Concluído o estudo de caso piloto, foi possível traçar os novos rumos da pesquisa de forma a atender a realidade do professor pesquisador, uma vez que as atividades observadas e desenvolvidas no museu tiveram o intuito de nos embasar sobre os principais desafios enfrentados ao fazer uso da tecnologia móvel na sala de aula, nos permitindo uma reflexão individual e coletiva dos resultados obtidos por meio da ação dos monitores e alunos do museu, para que pudéssemos estar mais preparados para adentrar a nossa sala de aula.

A segunda parte da pesquisa teve início na Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte), situada na cidade de Tenente Ananias-RN. A estrutura física da escola não dispõe de muitos recursos e o espaço é comprometido pela falta de investimentos em áreas inexploradas e outras inacabadas. Possui apenas oito salas de aula, salas para a administração escolar, uma sala de vídeo, biblioteca, um laboratório de ciências e outro de informática. Os laboratórios são poucos explorados, seus espaços são costumeiramente utilizados para a realização de outras atividades escolares diferentemente de experiências de ciências. As máquinas do laboratório de informática estão sempre necessitando de manutenção, privando o acesso por parte dos alunos na maioria das vezes.

Como professor e pesquisador, na escola anteriormente citada, desde agosto de 2016, tive a oportunidade de fazer uso de todas as minhas turmas no momento de

aplicação da pesquisa, uma vez que a todo tempo a tentativa de relacionar o uso de aplicativos aos conteúdos previamente planejados não foi cessada. Algumas atividades de pesquisa foram trabalhadas quando ainda estávamos concluindo as atividades referentes ao 1º bimestre letivo. Nesse período, contávamos com três turmas de Matemática no Ensino Fundamental II: 9º Ano “A” Matutino contando com 30 alunos; 8º Ano “B” Vespertino com 15 alunos; 9º Ano “B” Vespertino com 15 alunos. No Ensino Médio, por falta de profissional na área, estava lecionando as aulas de Física nas seguintes turmas: 1º Ano “B” Matutino com 25 alunos, 2º Ano “A” Matutino com 45 alunos; 3º Ano “A” Matutino com 50 alunos; 3º Ano “B” Vespertino contava com 20 alunos.

De forma geral, durante as atividades referentes ao 1º bimestre, nesta instituição de ensino estava lecionando em sete turmas atendendo um público alvo de 200 alunos. As turmas de Física do Ensino Médio não ficaram de fora da pesquisa, uma vez que algumas atividades foram planejadas para atendê-los. Por ser a única escola de ensino médio da cidade, algumas turmas encontravam-se lotadas, com um número bem representativo de alunos, como podemos ver nos dados apresentados anteriormente. A carga horária semanal de aulas no turno matutino e vespertino no estado do Rio Grande do Norte é de 25 aulas semanais, distribuídas em cinco aulas diárias de 50 minutos cada uma.

Com o termino do 1º bimestre e a chegada de novos profissionais da educação na escola, uma redistribuição nas turmas foi necessária, tendo que deixar as turmas de ensino médio, concentrando minha carga horária apenas nas turmas de 8º Ano e 9º Ano do matutino e vespertino. Nesse caso, estando ainda em tramitação com a pesquisa, as atividades desenvolvidas na vigência do 2º bimestre, atenderam essas turmas. O remanejamento das turmas do ensino médio resultou no ganho da turma do 8º Ano “A” matutino que conta com a presença de 30 alunos, onde tivemos a oportunidade de realizar atividades da pesquisa.

Outra instituição de ensino, local de estudo e exploração de nossa pesquisa foi a Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), localizada no centro da cidade de Cajazeiras-PB. A escola funciona nos três turnos, atendendo uma grande demanda de alunos, chegando a cerca de mil alunos por ano, distribuídos em 32 turmas. A escola hoje possui apenas o ensino médio na modalidade regular e EJA, aonde desde maio de 2014 venho lecionando as disciplinas Matemática e Física.

A estrutura física da escola além de um grande número de sala de aulas, conta com laboratórios de Matemática, Física, Química, Biologia, Robótica e Informática. Possui biblioteca e um ambiente recreativo adaptado para a realização de eventos escolares. A acessibilidade deixa a desejar, uma vez que a escola possui dois andares e nenhuma rampa de acesso às salas de aulas, apenas escadarias. Seguindo a carga horária adotada em todas as escolas da rede estadual de ensino da Paraíba, contamos com seis aulas diárias, de 45 minutos cada.

A turma escolhida como objeto de pesquisa, foi o 1º Ano “F” do turno manhã, que conta com 27 alunos matriculas, porém, apenas 18 alunos frequentando. Na referida turma, atuamos como professor de Física, mas em parceira com o professor de Matemática, e já tendo conhecimento da turma, no período de aplicação da pesquisa as aulas de Matemática foram cedidas a mim. Dente outras turmas de 1º Ano que leciono, a escolha dessa turma, se deu pelo fato das aulas de Matemática melhor se encaixarem no horário disponível do professor pesquisador.

Ao traçar algumas ações da pesquisa, a necessidade de realizar algumas atividades com alunos do ensino fundamental I. Ao selecionarmos os aplicativos utilizados na pesquisa, identificamos muitos deles com caráter lúdico que abordavam as operações matemáticas. Essas duas características nos motivaram a escolher outra instituição de ensino para a exploração desse recurso. Como as escolas que atualmente trabalhamos não possuem esse nível de escolaridade, nos sentimos motivados a procurar uma escola da rede particular de ensino do município de Cajazeiras – PB. O contato com a escola existe desde 2012, onde lecionamos as disciplinas de Ciências Naturais e Matemática no Ensino Fundamental II, deixando a mesma em abril de 2016 para o início das aulas do mestrado.

A Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba), oferece o Ensino Infantil e Ensino Fundamental I e II, atendendo em sua maioria alunos da zona norte da cidade. A estrutura da escola é simples, contando apenas com as salas administrativas e salas de aula, um espaço recreativo, banheiros e cantina. Devido os vínculos mantidos dentro da instituição de ensino desde o tempo em que lecionei, o dialogo de apresentação da proposta de pesquisa e a aceitação foi bem favorável, uma vez que as escolas particulares são mais resistentes a abertura de pesquisa externas.

Dentre as turmas do Ensino Fundamental I, a atividade de pesquisa foi planejada para atender alunos do 5º Ano, e assim foi feito. Após aceitação da direção escolar, foi feito o contato com a professora da turma em estudo, para uma breve apresentação da proposta de pesquisa, estando a mesma a todo tempo disponível a colaborar. A turma contava com a presença de 24 alunos no dia da aplicação da pesquisa. Essa foi a única atividade de pesquisa trabalhada fora das salas de aula do professor pesquisador, após o estudo de caso piloto desenvolvido no museu.

3.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Inicialmente os dados da pesquisa foram levantados/coletados por meio de registros de observações escritos/digitados feito durante e logo após os momentos de observações. Em outros momentos da pesquisa as informações foram sendo captadas por meio de registros fotográficos e análises de atividades escritas realizadas durante o momento de execução da pesquisa. Feitas as observações de todas as aulas da pesquisa, em momento posterior a descrição foi realizada na tentativa de colocar em arquivo digital a memória recente da aula. Em sua maioria esses registros não foram escritos à mão, mas sim digitados em arquivo digital no *Microsoft Word*.

As fotografias, em sua maioria, foram utilizadas apenas para mostrar o momento de execução das atividades de pesquisa. Todos os alunos sujeitos da pesquisa foram submetidos a questionários, no intuito de colher algumas informações a respeito do uso das tecnologias, em especial do *smartphone* e os uso de aplicativos. Alguns questionários contavam apenas com perguntas objetivas, enquanto que outros traziam apenas questionamentos subjetivos da prática.

Para que a pesquisa tivesse uma execução plausível, em sala de aula, o *smartphone*, também considerado instrumento de pesquisa, teve que se fazer presente em posse dos alunos, com os respectivos aplicativos utilizados para a prática, tendo sido previamente solicitados. Na mão dos alunos, e manipulado com seu polegar, o *smartphone* na nossa pesquisa é considerado com um dos principais

instrumentos no que tange a execução da mesma. Em todo momento de execução da pesquisa esse artefato tecnológico se fez presente.

As atividades propostas aos alunos, ora foram registradas apenas pela observação e posteriormente sua descrição, como também por meio do recolhimento de algumas atividades, para uma posterior análise. Esses registros, serviram para comprovar algumas ideias, apresentadas no momento de descrição da nossa pesquisa, levando ao público as ideias construídas pelos alunos acerca do conteúdo estudado e explorado com a pesquisa. Essas atividades, foram elaboradas mediante os livros didáticos utilizados pelas turmas.

3.4 A DINÂMICA DA PESQUISA

A dinâmica da pesquisa em sala de aula foi constituída em três momentos. A parte inicial conta com um momento de aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo, enquanto que, na segunda parte temos a seleção e exploração dos aplicativos, planejamento e execução das atividades de pesquisa. Na parte final, selecionamos um dentre os aplicativos já utilizados nas etapas anteriores da pesquisa, para explorar ainda mais as potencialidades que esse artefato tecnológico pode proporcionar ao ensino de matemático. Para esse feito selecionamos o conteúdo de função de quadrática.

A Etapa I - *Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo*, acontece no Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba. O Laboratório de Matemática do museu recebe alunos do Ensino Fundamental II da rede municipal de ensino de Campina Grande, que são acompanhados por alunos do curso de licenciatura em Matemática da UEPB, campus local. Sob a orientação do professor coordenador do programa PROAFE os alunos monitores realizam oficinas de Matemática com esses alunos.

O momento inicial de aproximação do local de pesquisa, se deu por meio da observação da oficina. Em seguida juntamente com os monitores e coordenador do programa, tivemos um momento de planejamento para a nova oficina, onde pude fazer algumas intervenções e planejar com eles os rumos da nova oficina. Iniciamos com a

definição do próximo conteúdo e a seleção do aplicativo a ser trabalhado, uma vez que nosso intuito naquele momento, após as observações feitas, estava voltado para uma proposta de ensino utilizando as novas tecnologias, em especial o *smartphone*.

Os alunos que recebemos para a oficina planejada foram do 6º Ano do Ensino Fundamental II e o conteúdo trabalhado foi perímetro e área de figuras planas, usando o geoplano na versão material (usando tabuas, pregos e ligas de dinheiro) e na versão digital por meio do aplicativo *GeoPlano Digital*. As oficinas foram ministradas no turno da manhã e da tarde, por dois monitores que iam se reversando entre os demais. O tempo de duração da aula era de 1 hora e 30 minutos, acontecendo dentro do laboratório de Matemática do museu.

Esse estudo de caso piloto foi pensado na tentativa de situar o pesquisador no campo de pesquisa para em seguida traçar as novas metas mediante as observações feitas. O professor pesquisador conta nessa fase da pesquisa com a opinião crítica de outras pessoas também interessadas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, sendo eles os monitores em formação acadêmica e o coordenador do programa, permitindo uma troca de experiências plausível e um olhar crítico sobre os novos rumos da pesquisa.

Após coletados e analisados os dados provenientes das observações feitas, na etapa inicial da pesquisa, a Etapa II – *Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades*, começa a dá seus primeiros passos, explorando o meio virtual com o intuito de selecionar aplicativos. A visita às lojas virtuais de aplicativos para *smartphones*, nos fez conhecer uma quantidade significativa de aplicativos que abordam conteúdos matemáticos. Assim, começamos a explorar alguns aplicativos, de acordo com os conteúdos por eles abordados.

À medida que fomos conhecendo os aplicativos, algumas características foram sendo analisadas, quanto à sua funcionalidade e contribuição para o ensino da Matemática, nos levando a classificar os aplicativos em seis categorias, que serão apresentadas mais adiante. Feito isso, iniciamos o momento de planejamento das atividades, ao mesmo tempo em que analisávamos a realidade das salas de aula do professor pesquisador, na tentativa de preparar atividades condizentes com os conteúdos programáticos em andamento.

Para a realização dessa etapa da pesquisa, contamos com salas de aulas de três escolas diferentes. As primeiras atividades foram desenvolvidas na Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte) na cidade de Tenente Ananias-RN, em seguida tivemos mais uma atividade desenvolvida na Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), na cidade de Cajazeiras-PB, ambas as escolas, são locais de trabalho do professor pesquisador. Como parte da pesquisa também foram realizamos algumas atividades na Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba) na cidade de Cajazeiras-PB.

Os diferentes níveis de ensino em que a pesquisa foi realizada, como também a forma com as atividades foram desenvolvidas, não intriga os resultados de nossa pesquisa, uma vez que temos o propósito de verificar as potencialidades e limitações dos aplicativos educacionais que estamos fazendo uso na nossa pesquisa, a ponto de evidenciar informações que subsidiem o uso ou não desse recurso.

As três primeiras atividades foram realizadas na escola do estado do Rio Grande do Norte, envolvendo alunos tanto do Ensino Fundamental, como também do Ensino Médio – 230 alunos. Algumas atividades foram realizadas em grupo, enquanto que as demais foram realizadas individualmente pelos alunos fazendo uso dos aplicativos em seus *smartphones*. As atividades exploraram: no 8º Ano o conteúdo de ângulos por meio do aplicativo *Protractor* – 9 aulas de 50 minutos; no 9º Ano o conteúdo de Teorema de Tales por meio do aplicativo *Teorema de Tales* – 6 aulas de 50 minutos; nas series anteriormente citadas e em todas as séries do ensino médio, abordamos as operações de multiplicação e divisão por meio do aplicativo *Math Flash Cards* – 14 aulas de 50 minutos.

Na escola pública da cidade de Cajazeiras – PB, citada anteriormente, realizamos uma atividade individual utilizando o aplicativo *Desmos* – aplicativo que permite o esboço e estudo de gráfico de funções - abordando o conteúdo de função afim, com uma turma de 1º Ano do Ensino Médio – 6 aulas de 45 minutos. Indo um pouco além das salas de aula do professor pesquisador, foi desenvolvida uma atividade na escola da rede privada de ensino de Cajazeiras-PB, citada anteriormente, com alunos do 5º Ano do Ensino Fundamental I, explorando as operações matemáticas por meio de jogos disponíveis nos aplicativos *Math Jump* e *Math Parking* – 2 horas de aula.

Essa segunda parte da pesquisa, adentra uma quantidade maior de sala de aulas e conseqüentemente atende um maior número de alunos. Isso por que, esse momento tenta explorar o pluralismo dos aplicativos que abordam conteúdos matemáticos, na tentativa de verificar as suas contribuições ou não para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. A atenção dada aos aplicativos, nessa etapa da pesquisa, é bem geral. Ao concluir as atividades, nos sentimos na necessidade de explorar um dos aplicativos utilizados, no intuito de explorá-lo ainda mais, nos permitindo chegar a conclusões mais concretas sobre o uso dos aplicativos no ensino de Matemática, surgindo assim a parte final da nossa pesquisa.

A Etapa III - *O aplicativo Desmos e o ensino de Função Quadrática*, foi realizada na mesma turma que exploramos o aplicativo na segunda etapa da pesquisa, a turma de 1º ano do ensino médio da Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba). O conteúdo de Função Quadrática foi abordado paralelamente ao uso do aplicativo *Desmos*, em uma sequência de 19 aulas de 45 min cada. A turma de alunos do turno manhã, contava com um quantitativo de 27 alunos matriculados, sendo que apenas 18 alunos têm frequentado as aulas no período de vigência da pesquisa. Com isso, dividimos a turma em 6 grupos de 3 alunos cada, que se permaneceram unidos durante toda a abordagem do conteúdo.

Os dados foram coletados por meio de descrições feitas da memória recente logo após as aulas, como também atividades escritas que foram todas recolhidas para posterior análise do rendimento dos alunos, no que diz respeito a formulação de ideias acerca do conteúdo estudado. Durante todas as aulas houve interação, do professor pesquisador com os grupos de alunos, como também dos alunos do grupo entre si e com os demais grupos.

A seguir, apresentaremos mais detalhadamente como se desenvolveu todas as etapas da pesquisa, como também as atividades trabalhadas. Para melhor situar o leitor em alguns momentos da leitura de descrição da pesquisa, utilizamos alguns códigos na tentativa de preservar a identidade do sujeito da pesquisa tais quais: A1, A2, A3, ... para depoimentos dos alunos; M1 e M2 para depoimentos dos monitores; EQ1, ..., EQ6 para as respostas das atividades apresentadas pelas equipes de alunos. Os resultados serão apresentados, discutidos a luz do nosso referencial bibliográfico, na tentativa de alcançar o objetivo da pesquisa.

4 SELECIONANDO APLICATIVOS E DESENVOLVENDO ATIVIDADES: DESCRIÇÕES E ANÁLISES

Neste capítulo, detalharemos as etapas que sucederam nossa pesquisa, por meio de recortes das observações feitas, das aulas ministradas e das atividades analisadas. O pluralismo do *lócus* e dos sujeitos da pesquisa, será relatado de forma a demonstrar a naturalidade com que aconteceu a pesquisa, explorando a realidade do professor pesquisador. Seguindo a ordem cronológica de realização das atividades, apresentaremos as principais ideias por meio da descrição, registros fotográficos e algumas falas dos envolvidos na pesquisa. Isso possibilitará um entendimento da pesquisa em sua totalidade, compreendendo a necessidade de a mesma ser realizada e analisada em três etapas, na tentativa de responder à questão norteadora de nossa pesquisa.

4.1 ETAPA I – APROXIMAÇÃO DA PESQUISA POR MEIO DO TRABALHO DE CAMPO

Na ação inicial da pesquisa tivemos um trabalho de campo exploratório, planejado e desenvolvido juntamente com alunos do curso de licenciatura em Matemática da UEPB campus de Campina Grande-PB, que estão vinculados ao PROAFE (Programa de Apoio à Formação de Educadores e Educandos do Município). No programa são desenvolvidas oficinas com alunos do ensino fundamental II da rede municipal de educação da cidade de Campina Grande. As aulas são ministradas no laboratório de Matemática do Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba, sob a orientação do professor coordenador do projeto.

O primeiro contato se deu por meio de observação das oficinas, para em seguida apresentar a nossa proposta de pesquisa. O trabalho de campo contou com planejamento e desenvolvimento de uma oficina contemplando o uso de aplicativos que abordam conteúdos matemáticos, levando em consideração o nível de escolaridade do público alvo – 6º Ano do Ensino Fundamental. À medida que o diálogo foi surgindo entre os envolvidos no programa, uma sondagem sobre os recursos

tecnológicos disponível foi feita, na tentativa de colher informações que subsidiassem uma melhor preparação para o momento do planejamento.

No momento do planejamento, determinamos inicialmente o conteúdo a ser trabalhado, de modo que fosse possível encontrar um aplicativo que permitisse a exploração do conteúdo. Em seguida planejamos a abordagem do conteúdo numa perspectiva tecnológica, verificando as possibilidades de acesso por parte dos alunos aos recursos tecnológicos. Realizamos previamente algumas atividades na tentativa de explorar previamente o aplicativo, identificando suas potencialidades e limitações, acomodando o conteúdo ao que pode ser trabalhado com o uso do mesmo. Em seguida os monitores, desenvolveram a oficina com os alunos.

4.1.1 Amadurecendo a pesquisa no PROAFE

Sendo essa a ação inicial que direciona as demais atividades dessa pesquisa, a motivação e escolha do local se deram por acreditar ser um ambiente pertinente a debates sobre o tema. As aulas em forma de oficina tentam associar o uso de materiais manipuláveis e jogos na construção de conceitos matemáticos. Com duração de 1h30min, as oficinas foram ministradas nos turnos manhã e tarde. Uma vez planejada, a oficina foi trabalhada de forma a atender todos os alunos que frequentam regularmente o museu, sem repetição. Após concluir um ciclo de geralmente quatro semanas uma nova oficina é elaborada.

A proposta da pesquisa em trabalhar com o uso de aplicativos no ensino de Matemática teve suas primeiras atividades planejadas juntamente com os monitores do PROAFE, pelo fato de já desenvolverem oficinas de Matemática com alunos de escolas da rede municipal de ensino de Campina Grande-PB. Vinculado ao curso de licenciatura em Matemática da UEPB, as oficinas acontecem semanalmente no Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba e contam com a presença de alunos do 6º e 9º ano do ensino fundamental.

Esse momento de estudo piloto de execução da pesquisa, foi pensado para que a partir dessa experiência fôssemos capazes de traçarmos os novos passos de execução e aplicação da pesquisa, norteado pelos pontos positivos e negativos

identificados nesta fase inicial de campo. O ambiente é favorável para explorar inicialmente essa ideia, pois conta com a presença de alunos do curso de licenciatura em Matemática, que planejam juntamente com o professor/coordenador do programa as atividades a serem trabalhadas, na perspectiva do uso do laboratório de Matemática, uma vez que as aulas acontecem dentro do mesmo.

O primeiro contato no laboratório de Matemática (16/05/2017) foi motivado pela observação, na intenção de conhecer o local de pesquisa, a forma como as aulas são ministradas, os materiais disponíveis, a postura dos monitores e a participação dos alunos durante a realização da oficina. Esse momento foi necessário para se familiarizar com esse ambiente de estudo que foge ao padrão da sala de aula normal, onde os alunos não se acomodam em fileiras e o professor/monitor não está fixo apenas em frente à lousa. Todo esse processo de aproximação foi necessário para posteriormente termos o momento de planejamento com os monitores, apresentando a nossa proposta de pesquisa.

As oficinas aliam-se a abordagem do conteúdo e o uso de material concreto no momento de construção dos conceitos matemáticos explorados. O novo desafio é trabalhar a versão digital dos conteúdos por meio de aplicativos, permitindo um confronto de ideias, antes, durante e após a realização da prática, entre professor pesquisador e alunos do curso de licenciatura em Matemática, levando em consideração a experiência e contribuições críticas da prática inicial para as demais etapas da pesquisa.

Ao fim da observação da aula, foi o momento de participarmos, juntamente com os monitores e o professor coordenador, do planejamento da nova oficina visando selecionar conteúdo, materiais e traçar estratégias de ensino. O planejamento estava sendo feito para que fosse posto em prática a partir das aulas da semana seguinte. Em um debate inicial entre professor/coordenador e monitores, selecionaram o conteúdo e o material de trabalho levando em consideração o que estava disponível no laboratório de Matemática. Área e perímetro de figuras planas fazendo uso do material concreto geoplano foi o conteúdo e objeto de aprendizagem respectivamente selecionado para o planejamento da nova oficina.

Ficamos a acompanhar todo o planejamento e sempre que possível dávamos algumas contribuições frente aos debates que surgiam ao selecionar as atividades e

a melhor forma de abordagem. Neste planejamento o uso de aplicativos não se fazia presente, uma vez que a ideia inicial seria trabalhar o material concreto geoplano, fazendo as observações pertinentes para em seguida realizar um novo planejamento numa perspectiva tecnológica, manipulando virtualmente o geoplano em *smartphones* ou tablets por meio de aplicativos. Feito isso, estávamos a coletar os dados iniciais da pesquisa, confrontando as ideias observadas nas aulas direcionadas pelo uso do material concreto geoplano paralelamente ao aplicativo Geoplano Digital.

O planejamento inicial dos monitores, juntamente com o professor/coordenador, a qual observamos, que contava apenas com o uso do material concreto geoplano, como material didático na construção do conceito de perímetro e área de figuras planas. Ao colocarem em prática o planejado, estivemos atentos em observar a execução da oficina, para em seguida planejarmos a próxima na perspectiva do uso das tecnologias no ensino de Matemática. Em seguida confrontamos corriqueiramente, juntamente com os monitores os pontos positivos e/ou negativos após terem feito uso do material concreto geoplano e o aplicativo Geoplano Digital, disponibilizado gratuitamente na forma de aplicativo para uso em tablet e/ou *smartphone*.

Após trabalharmos a oficina, fazendo uso do material concreto geoplano, nos reunimos para debater sobre a oficina já trabalhada e planejarmos a versão digital adaptando-a ao uso do aplicativo Geoplano Digital. Nesse momento, os recursos tecnológicos necessários para a execução da prática, tais como a metodologia de trabalho necessária para a obtenção dos objetivos traçados em favor da aprendizagem dos alunos, foram priorizados. Após o planejamento, os monitores realizaram com os alunos a oficina utilizando o aplicativo Geoplano Digital.

4.1.2 O material concreto geoplano e o aplicativo Geoplano Digital

O trabalho de realização das oficinas ocorreu com o material concreto geoplano, como também numa perspectiva tecnológica fazendo uso do aplicativo *Geoplano Digital*. O material concreto geoplano foi útil em todos os momentos dessa etapa da pesquisa, auxiliando até mesmo quando tinha-se a intenção de utilizar

apenas o aplicativo. Descreveremos as observações feitas da oficina ministrada pelos monitores do PROAFE, explorando o material concreto geoplano na construção dos conceitos de perímetro e áreas de figuras planas. Em seguida, iremos expor o momento de planejamento da versão digital da oficina, ao mesmo tempo em que traremos à tona recortes dos momentos de execução da mesma.

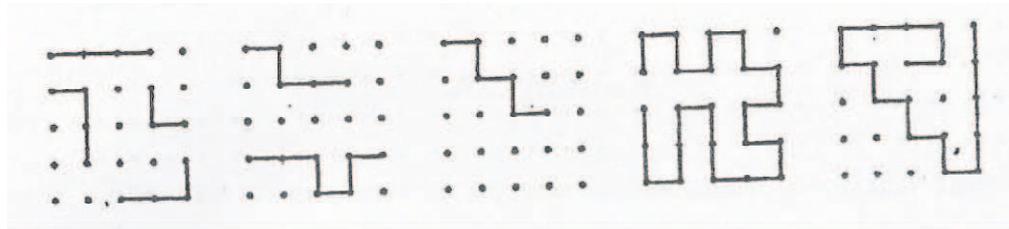
4.1.2.1 O material concreto geoplano nas aulas de Matemática

De acordo com o planejamento feito, considerando o uso apenas do material concreto geoplano, tivemos a oportunidade de observar o desenvolvimento das aulas, no turno manhã e tarde, para no fim do turno tarde realizarmos com os monitores o planejamento da versão digital da oficina. Durante a observação pudemos ver na prática o planejamento acontecer, onde iremos usar o turno da tarde como referência para descrever uma das observações feitas que serve de base para as demais. Levando em consideração que os monitores se distribuem dois a dois para a realização de cada oficina, de terça a quinta pela manhã e tarde, não sentimos a necessidade de observar todas elas em todos os turnos.

No turno tarde a oficina inicia as 14:30hs estendendo-se até as 16hs. Com a chegada dos alunos que se acomodavam ao redor de uma mesa grande no centro do laboratório de Matemática, os mesmos eram separados em grupos de três e/ou quatros, de forma que melhor se organizassem ao número de materiais concretos geoplanos disponíveis no laboratório, que eram quatro. O planejamento e as atividades foram elaborados a luz de Knijnik (2004) que traz uma abordagem sobre o uso do geoplano nas aulas de Matemática.

Os monitores se identificaram e logo em seguida, apresentaram o tema e o objetivo da oficina. Os alunos passaram a ter o contato com geoplano material, à medida que os monitores iam orientando sobre o uso do mesmo. Em consonância com o planejamento, de início foi solicitado que os alunos construíssem figuras abertas, fazendo uso de “ligas de dinheiro”, a exemplo de algumas mostradas na lousa pelos monitores (Figura 2). Alguns conseguiram as representações solicitadas com bastante facilidade, outros não.

Figura 02 - Representações para serem construídas no material concreto geoplano



Fonte: Knijnik (2004, p. 11).

Esse momento inicial da atividade, permite ao aluno o contato com o material concreto geoplano e a sua representação, explorando a noção de comprimento. Ao iniciarem a atividade, alguns equívocos eram perceptíveis. Erravam ao passar a liga por uma quantidade maior ou menor de pregos, faziam figuras diferentes das solicitadas (figura 02), passavam as ligas pela diagonal dos pregos (fotografia 01), entre outras observações. Porém, por meio da orientação a realização da atividade foi plausível, uma vez que eles também contavam com a ajuda dos colegas.

Fotografia 01 – Alunos manipulando o material concreto geoplano



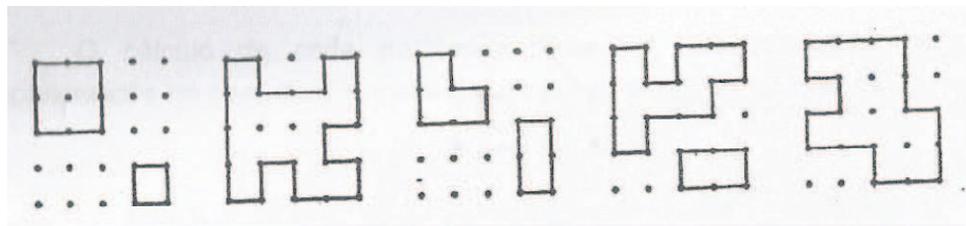
Fonte: Registrado pelo autor

Dando continuidade à atividade, fazendo uso das mesmas figuras pelos alunos representadas no material concreto geoplano, foi solicitado que calculassem os comprimentos de cada uma delas, levando em consideração que a distância de um prego a outro, tanto na horizontal como na vertical, equivale a uma unidade de

comprimento (1 u.c.). Ao iniciar o processo de contagem das unidades de comprimento, alguns alunos perceberam que ao passar a liga pela diagonal, o resultado não era o mesmo. De forma oportuna, após alguns alunos levantarem questionamento dessa natureza, um dos monitores fez uma explanação de forma a satisfazer a dúvida dos alunos. Por meio do processo de contagem apresentado, todos os alunos calcularam o comprimento das figuras, abordando nesse momento o conceito de perímetro.

Em continuidade à oficina, foi proposta uma segunda atividade onde os alunos teriam que construir no geoplano representações de figuras fechadas de acordo com os exemplos esboçados na lousa pelos monitores (figura 03), atentando-se as dimensões. Construídas as figuras, onde as dificuldades foram sendo sanadas por orientação dos monitores e diálogos entre os próprios alunos, interrogaram os alunos sobre o perímetro dessas figuras, pedindo que os mesmos o calculassem utilizando o mesmo método da atividade anterior com as figuras abertas.

Figura 03 - Representações para a realização da atividade



Fonte: Knijnik (2004, p. 11).

Calculado os perímetros de cada figura, esse foi considerado o momento oportuno para trabalhar a ideia de área de figuras planas, apresentando para os alunos o conceito com base nas representações feito no material concreto geoplano de cada grupo. Trabalhado o conceito de área, e as figuras ainda feitas no material concreto geoplano, pediram aos alunos que calculassem a área de cada figura, levando em consideração que cada quadrado com lado 1 u.c. (uma unidade de comprimento) equivale a 1 u.a. (uma unidade de área). Os alunos foram bem receptivos a ideia, não apresentando muitas dificuldades ao calcular a área das figuras

embasados pelo seguinte questionamento dos monitores: *quantos quadradinhos de 1 u.a. cabem dentro de cada figura?*

Dando continuidade ao planejamento a atividade agora proposta, consiste em solicitar que os alunos, fazendo uso da sua criatividade e autonomia construam no material concreto geoplano figuras de mesmo perímetro, baseando-se nas representações anteriores e em seguida calcular a área de cada uma delas. Essa atividade foi proposta na intenção de levar os alunos a perceberem que figuras com o mesmo perímetro podem apresentar áreas diferentes, da mesma forma que, figuras com mesma área podem apresentar perímetros diferentes.

Para reforçar ainda mais os conceitos estudados, propomos a resolução de um problema, de modo a explorar o conceito de perímetro e área de figuras planas. Acompanhe abaixo a situação-problema apresentada aos alunos.

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Sr. Manoel pretende construir um canteiro retangular para plantar alface e, para evitar que seu cachorro estrague sua plantação, cercará os quatro lados do canteiro com uma tela. Ele quer que, no canteiro construído, caiba a maior quantidade de alface possível. Se a tela comprada possui 16 m, ele está em dúvida em relação às dimensões do canteiro.

- a) Quais as possíveis medidas que o Sr. Manoel pode construir o seu canteiro?
- b) Esquematize como ficariam os canteiros.
- c) Qual seria a melhor alternativa? Por quê?
- d) Sabendo que em 1 m² cabem 25 pés de alface, quantos pés de alface poderiam ser produzidos no canteiro escolhido?

Fonte: Adaptado de Brasil (2012, p. 213).

Ao apresentar a proposta de atividade, os alunos já ousaram palpitar os resultados antes mesmo de fazerem as representações no material concreto geoplano. O debate entre os integrantes de cada grupo foram norteando as diversas possibilidades de construir esse canteiro por meio das figuras construídas por eles no material concreto geoplano. A busca em querer encontrar mais representações, mesmo já tendo encontrado todas possíveis no material concreto geoplano, intrigavam os alunos durante minutos, até ser dada por finalizada a atividade por orientação dos monitores. Esse momento inicial da atividade foi bastante produtivo, marcado pela interação entre os alunos dos grupos entre si e com os demais grupos.

Com a ajuda do monitor, por meio da construção de uma tabela na lousa, os dados dos alunos foram organizados em colunas com os seguintes títulos: *figura X*, *base*, *altura*, *perímetro* e *área*. A busca pelas respostas do problema fora sendo elaboradas, permitindo aos alunos chegarem por si só a conclusão de qual seria a melhor alternativa para construção do canteiro e o porquê da escolha, se fundamentando nos conceitos geométricos construídos nas atividades anteriores sobre perímetro e área de figuras planas.

Concluída a situação-problema, fazendo uso da tabela construída anteriormente e as várias representações retangulares feitas no material concreto geoplano, foi chamada a atenção dos alunos para observação dos dados de modo a chegarem a uma maneira mais fácil e rápida de calcular a área de figuras planas ao invés de contar a quantidade de quadrados unitários existentes dentro de cada figura. Analisando os dados da tabela, oriundos das representações feitas no material concreto geoplano, atentos aos valores da *base*, *altura* e *área*, foi perceptível que o produto entre o comprimento da base com a altura das figuras retangulares era equivalente à área. Desta forma foi enunciada para os alunos a fórmula para se calcular a área de figuras planas retangulares ($\text{Área} = \text{base} \times \text{altura}$).

Para este fim, a fórmula foi apresentada apenas como forma de visualizar de forma generalizada os dados organizados na tabela. Essa atitude reflete no que diz Domingues (1995, p.15) que ao escrevermos $A=b.h$ “não se tem a sensação de estar lidando com uma incógnita, pois não estamos resolvendo nada.” Isso porque o nosso público alvo e objetivo central da atividade proposta não envolvia uma exploração algébrica, mas sim a construção de conceitos acerca do perímetro e área de figuras planas.

4.1.2.2 Explorando o aplicativo Geoplano Digital

Conteúdo: Área e perímetro de figuras planas.

Artefato tecnológico: App 1 – Geoplano Digital.

Recursos: Material concreto geoplano e *smartphone*.

Local de pesquisa: Laboratório de Matemática do Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba.

Público-alvo: 6º Ano do Ensino Fundamental.

Objetivo: Utilizar a versão digital do geoplano na formação dos conceitos de perímetro e área de figuras planas.

Carga Horária: 6 aulas de 45 min

Período: 16 de maio a 08 de junho de 2017

Feita a observação da aula descrita anteriormente, nos reunimos juntamente com os monitores para planejarmos a versão digital, seguindo a mesma ordem das atividades. O diferencial estaria em fazer uso aplicativo *Geoplano Digital* no momento de realização da oficina. O primeiro questionamento levantado após apresentar a proposta de trabalho aos monitores foi como se daria a posse dos *smartphones* e *tablets* por parte dos alunos, tendo em vista que eles são proibidos de portar essas tecnologias na escola e vem de lá diretamente para as oficinas no museu.

Sendo eles alunos da rede municipal de ensino de Campina Grande-PB e segundo informações de pessoas ligadas a Secretaria de Educação do Município, os alunos da rede receberam tablets e os professores formação para fazerem uso dos mesmos na sala de aula. Até aí o problema parecia estar resolvido, uma vez que bastava um contato antecipado com a escola a visitar o museu no dia e hora planejado, comunicando a necessidade de os alunos trazerem seus tablets. Caso isso não acontecesse, um segundo plano foi traçado. Levando em consideração que a oficina anterior foi realizada fazendo uso de apenas quatro materiais concretos geoplanos, os próprios monitores disponibilizariam seus *smartphones* e/ou *tablets* para que os alunos realizassem em grupo a atividade. Fortalecida essas possibilidades, hora de planejar a aula manuseando o aplicativo.

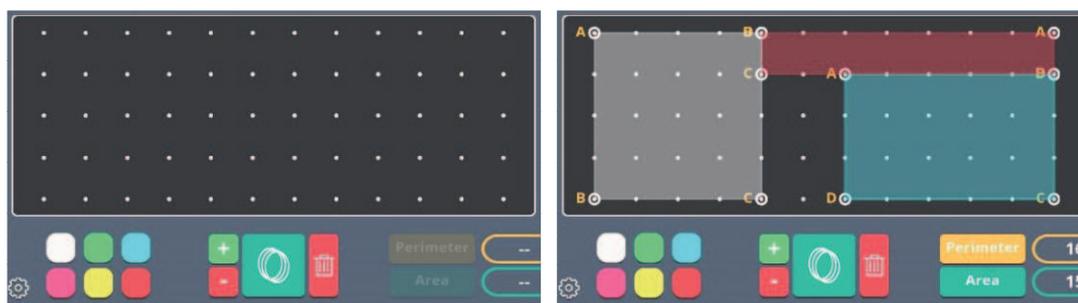
Fortalecendo a ideia de iniciativas de aprendizagem móveis como essa, Shuler, Winters e West (2014, p. 35) deixa claro que:

Ao considerar a implementação de iniciativas de aprendizagem móvel, também é importante que pensemos na sustentabilidade do acesso. Por um lado, programas baseados em tecnologias que a maioria dos alunos não tem como acessar sem financiamentos ou subsídios são menos sustentáveis que aqueles que contam com as tecnologias que os alunos já têm. As novas tecnologias móveis precisam ser integradas com as tecnologias e práticas atuais, e os programas de aprendizagem móvel precisam ser projetados junto com as comunidades que atendam melhor às necessidades específicas.

O planejamento aconteceu no mesmo local das aulas, o laboratório de Matemática do museu, lugar esse que dispõem de internet via *wifi*, onde de início os monitores ao visitar as lojas virtuais fizeram o download gratuito do aplicativo para assim iniciarmos o planejamento. Para uma melhor visualização e explanação do aplicativo por todos, seria viável a projeção da tela do *smartphone* em um *Datashow*. Essa projeção também é importante no momento da realização da oficina com os alunos. Neste sentido, iniciamos o planejamento traçando estratégias voltadas há como projetar o *ecrã* do *smartphone* via *Datashow* visível a todos os alunos.

Alguns dos monitores presentes no planejamento, apresentaram algumas formas de espelhar a tela do *smartphone* e/ou *tablet* no computador. Porém, no momento as tentativas por eles apresentadas não obtiveram êxito, devido à falta de recursos. Já tendo realizada essa experiência em outros momentos, apresentamos a forma como fazemos uso desse recurso. Para a projeção, é necessário o uso de outro aplicativo o *Gerenciador de telefone Apower* (*download* gratuito e disponível nas lojas virtuais), que conectado ao computador via USB ou *wifi* e atendendo as orientações do *software* de mesmo nome, que também deve estar instalado no *desktop*, é possível espalhar na tela do computador os comandos realizados na *ecrã* do *smartphone* e/ou *tablete*.

Figura 04 - Interface do aplicativo Geoplano Digital



Fonte: *Ecrã* do *smartphone* do autor.

É necessário ficar atento às limitações desse aplicativo, uma vez que o geoplano tem uma área retangular de base 11 u.c. e uma altura de 4 u.c. A exemplo, na situação-problema apresentada anteriormente na oficina, tivemos que reduzir o

tamanho da tela de construção do canteiro para 16 u.c., uma vez que não seria possível representar no Geoplano Digital todas as representações possíveis para números maiores que 16. Por isso antes de iniciar o planejamento é necessário conhecer o aplicativo, manipula-lo para verificar se as funções disponíveis no mesmo atendem a sua proposta de aula.

No momento do planejamento, todos voltamos em direção ao *notebook* para não ser necessário o uso do *Datashow*, tendo em vista que todos se concentravam bem próximos ao redor de uma única mesa. Após apresentar como manipular o aplicativo *Geoplano Digital* iniciamos a realização de algumas atividades. Neste momento já foi possível perceber nos comentários dos próprios monitores pontos positivos e negativos ao fazer uso dessa tecnologia educacional. A interatividade e mobilidade foram destaques positivos, enquanto que o fato do *app* travar, principalmente em *smartphones* e/ou *tablets* de baixa memória e o processo de familiarização com o aplicativo estava entre algumas das dificuldades relatadas no momento de execução da prática.

Diante de elogios e empolgação o planejamento ocorreu bem, levando a crer que o momento de execução da oficina iria ocorrer atendendo ao menos em parte as expectativas almejadas. Como o prazo para término das aulas no museu estava bem próximo, devido às festividades juninas, a oficina com o aplicativo *Geoplano Digital* não chegaria a atender um grande número de alunos, porém a mesma iria ser realizando dentro do tempo que ainda restava antes do recesso escolar (início em 09/06/2017). Cada dupla de monitores ficou responsável pela execução dentro do seu dia e turno de trabalho.

O planejado só aconteceu com uma turma, ou seja, apenas uma dupla de monitores conseguiu realizar a oficina fazendo uso do aplicativo *Geoplano Digital*, mesmo enfrentando algumas dificuldades em fazer uso dessa tecnologia dentro do ambiente de aprendizagem. Não foi possível um contato anterior com a escola para que os alunos trouxessem *smartphone* e/ou *tablet*, como tinha-se planejado anteriormente. Tentando escapar pela segunda estratégia de trabalho, dividiram os alunos em grupo e dispuseram de alguns *smartphones* e outros usaram o material concreto geoplano disponível no museu. O momento de acomodação das tecnologias em uso dispôs de um bom tempo antes do início da aula até que a mesma começasse a fluir conforme planejado.

Para enfatizar melhor essa experiência é importante ressaltar relatos dos dois monitores que realizaram a oficina utilizando o aplicativo *Geoplano Digital*, já tendo eles realizado a oficina com outros alunos fazendo uso do material concreto geoplano. Vejamos a seguir:

M1: A única dificuldade que tivemos foi o fato dos alunos não prestarem muita atenção na aula, pois se distraíam muito com o aplicativo. Porém, muitos conseguiram relacionar as ideias sobre área, comprimento, perímetro, diagonal e polígono.

M2: Os problemas que nós tivemos com o aplicativo Geoplano Digital foi a falta de celular. Ao pedirmos que fizessem figuras qualquer, muitos ficaram pegando muita "liga" e o celular começava a travar.

O uso de *smartphones* na sala de aula, já é algo que naturalmente tem a capacidade de desviar a atenção dos alunos, caso não seja administrado corretamente mediante orientação e planejamento do professor. Comportamentos relatados pelo *M1* já eram esperados, uma vez que os alunos não estão habituados a trabalharem a ferramenta tecnologia na sala de aula a favor da sua aprendizagem. É necessário um domínio maior da turma ao fazer uso das tecnologias educacionais, pois o professor terá que dividir a atenção com o *smartphone* e/ou *tablete*, de forma a não inibir a presença. O professor pode orientar os alunos quanto ao uso específico do aplicativo na hora da aula e traçar estratégias de ensino que não permitam os alunos distraírem-se com outras funcionalidades do aplicativo ou mesmo do *smartphone* e/ou *tablet*.

Como já mencionado anteriormente e confirmado pelo discurso do *M2*, a falta de *smartphones* e/ou *tablets* por parte dos alunos foi motivo de dificuldades tendo em vista que o planejamento contemplava o uso do mesmo por parte dos alunos. Levando em consideração os alunos que fizeram uso do aplicativo, devido à memória do aparelho e os recursos que nele já contém, os mesmos estavam sujeitos a travarem com o uso de qualquer aplicativo adicional. Esse problema foi enfrentado pelos alunos, pois ao selecionar várias ligas ao mesmo tempo, para projetar as figuras na realização da atividade o aplicativo travava, tendo que reiniciar todo processo. O

problema de memória é uma das limitações dos dispositivos móveis elencadas por Yerushalmy e Ben-Zaken (2004).

Extraído do nosso conjunto de dados de observações da pesquisa, outro monitor do PROAFE, que não teve a oportunidade de trabalhar o aplicativo *Geoplano Digital* com os alunos, fez o seguinte relato:

M3: A experiência de planejar a atividade com o aplicativo Geoplano Digital foi muito positiva. Foi fácil perceber as potencialidades que este aplicativo possui. Além da acessibilidade e simples manipulação, a precisão com que se constrói figuras geométricas planas é gigantesca, bem como também o valor do perímetro e área das mesmas que é calculado rapidamente pelo aplicativo tornando mais prática a aula e fazendo com que se ganhe mais tempo para trabalhar os principais conceitos envolvendo perímetro e área.

Ao analisarmos em paralelo as oficinas com o material concreto geoplano e o aplicativo *Geoplano Digital* fez-se necessário analisar quais as contribuições que o aplicativo proporcionou no momento da aula. Se o uso do aplicativo não for capaz de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, diferentemente do material concreto geoplano, não se faz necessário o uso desse recurso tecnológico nas aulas de Matemática. Como podemos perceber no comentário de *M3*, a acessibilidade proporcionada pelo uso de aparelhos móveis e a fácil manipulação fruto da interatividade própria dos aplicativos são respostas que favorecem a ideia de usar aplicativos nas aulas de Matemática.

A depender do objetivo que se tenha com a aula, o aplicativo também permite o cálculo do perímetro e da área das figuras projetadas no material concreto geoplano, podendo direcionar o professor a um planejamento que explore melhor essa ferramenta. Para uso do material concreto geoplano, é necessário a confecção fazendo uso de materiais como madeira, pregos e ligas para a projeção das figuras, enquanto que, o aplicativo otimiza os materiais e gastos financeiros, permitindo ao aluno manipula-lo em qualquer local e hora do dia.

Para o aluno, o uso dessas ferramentas tecnológicas na sala de aula não lhes traz nenhuma dificuldade, além da de manter-se atento a aprendizagem que o aplicativo irá proporcionar do conteúdo matemático a ser explorado. Economides

(2008) enfatiza que os aplicativos de aprendizagem móvel devem satisfazer as necessidades do aluno, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade da aprendizagem. Como são autoexplicativos, tendo os alunos um contato anterior a aula com o aplicativo, os mesmos já se apresentam na sala de aula dominando as ferramentas a serem exploradas na hora da aula, sendo cabível a todo o momento o papel do professor nesse processo de ensino e aprendizagem mediado pelo uso de tecnologias móveis.

Para que a presença do professor não fosse ofuscada pelo uso dos aplicativos, o mesmo deve atentar-se a planejar uma atividade que promova a interação entre aluno, aplicativo e professor, onde juntos sejam capazes de alcançar os objetivos almejados na aula. “Mesmo que a futura tecnologia dos celulares não seja direcionada a cada necessidade de aprendizado, ela se adaptará a uma enorme quantidade delas, e não há razões para não tirarmos vantagem dessa capacidade (PRENSKY, 2010, p.195).” A exemplo do aplicativo *Geoplano digital*, a dispersão dos alunos foi registrada. Esse comportamento é algo que acontece naturalmente sempre que algo novo passa a fazer parte, ou interferir de forma positiva ou negativa no nosso dia a dia, só não podemos é nos omitirmos diante de situações como essa capazes de comprometer o sucesso da aula.

De maneira geral, devemos nos preparar melhor para lidar com situações desse tipo, não permitindo que os alunos vejam o artefato tecnológico apenas como mais um meio de distração. Mas sim, possam aprender sem mesmo perceber que o processo de aprendizagem esteja acontecendo, surtindo o mesmo efeito quando a ferramenta tecnológica é utilizada no dia a dia dos alunos para outros fins, onde eles conseguem aprender sem orientação de terceiros.

Comentário: No momento referente ao planejamento das atividades, utilizando o aplicativo Geoplano Digital, algumas lacunas puderam ser posteriormente refletidas, tendo em vista comportamentos como o citado anteriormente, referente à distração dos alunos. Essa temática fugiu um pouco das nossas críticas no momento de planejar, nos preocupando mais com a execução da oficina, do que mesmo a forma de aceitação e uso dos *smartphones* pelos alunos no momento da aula. Outro fato que nos chama a atenção, também responsável pela forma como foi conduzida a oficina, diz respeito à falta de experiência dos monitores em trabalhar com esse recurso tecnológico. Isso não significa dizer que os monitores não tenham experiências com o uso

das tecnologias na sala de aula, nos referimos especificamente ao uso de aplicativos em *smartphones* e/ou tablets. Uma sugestão, posteriormente refletida, é que no momento do planejamento, as atividades para serem desenvolvidas com os alunos, tivessem também sido trabalhadas com todos os envolvidos no momento do planejamento, em posse de seus artefatos tecnológicos. Desta forma, outras dificuldades teriam sido identificadas, ao mesmo tempo em que os monitores teriam se familiarizado melhor com o aplicativo, não ficando à mercê da imaginação no momento da oficina, deduzindo o que os alunos possivelmente estariam fazendo ao manipular o aplicativo. Sugestões como essa, deverão ser levadas em consideração em outros momentos da pesquisa.

Não podemos negar que a habilidade dos alunos em usar tecnologias móveis é significativamente maior que a dos professores (PRENSKY, 2010). Porém esse fato não pode inibir a presença desse recurso na sala de aula, tendo em vista que o professor é responsável por essa inserção no meio de forma a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Procurar capacitar-se em relação às tecnologias educacionais e até mesmo deixar fluir a curiosidade em fazer uso das mesmas, são características que precisamos encontrar nos professores de hoje, para que não torne a ambiente educacional tão distante da realidade dos alunos.

A avaliação é um processo que não pode ficar fora do uso dessas tecnologias e a exemplo do *Geoplano digital*, esse recurso pode ser utilizado no processo de avaliação como auxiliar na realização das atividades. Desde que a atividade avaliativa, individual ou coletiva, seja elaborada levando em consideração as contribuições e limitações do aplicativo. Estando o professor sempre atento às adaptações ao novo, que podem surgir ao fazerem uso do *smartphone*, conscientizando-os, de forma a não comprometer o processo avaliativo. Com base nisso Prensky (2010, p. 194) diz que:

Como sempre, os estudantes estão muito à frente de seus professores nesse ponto. O primeiro uso “educacional” que os estudantes aplicaram aos seus celulares foi obter informações sob demanda durante as provas. Os educadores, claro, referem-se a isso como “trapaça”. Eles deveriam ajudar seus alunos, redefinindo as provas com consulta a livros como provas com consultas a telefone, por exemplo, e estimulando, e não aniquilando, sua inovação nessas e em outras áreas.

De acordo com essas observações, Borba e Lacerda (2015, p. 501) apresentam seu posicionamento ao enfatizarem que “se não queremos o celular nas salas de aula devido a condutas inadequadas dos nossos alunos, precisamos então educa-los de forma a integrar essa tecnologia móvel à cultura escolar e ao material didático dos alunos”. Essa atitude é de inteira responsabilidade do professor, que está à frente do processo de ensino e aprendizagem de forma a instruir seus alunos ao uso adequado das tecnologias na sala de aula.

Com base nas dificuldades apresentadas no desenvolvimento das atividades até aqui descritas, levando em consideração os pontos positivos e negativos, passíveis de identificação é foram planejadas as atividades que darão continuidade a pesquisa. A intenção é verificar se as dificuldades em trabalhar com os aplicativos serão constantes, se surgirão novos pontos positivos e negativos, para que assim possamos chegar a uma conclusão final em relação às potencialidades proporcionadas pelo uso de aplicativos no ensino de Matemática. Concluída a atividade de campo, a próxima etapa da pesquisa iniciou com a seleção de aplicativos e o planejamento de novas atividades de pesquisa, que serão descritas e analisadas a seguir.

4.2 ETAPA II – EXPLORANDO APLICATIVOS E DESENVOLVENDO ATIVIDADES EM AULAS DE MATEMÁTICA

Após realização do trabalho inicial de campo, mediante observações críticas de todos envolvidos no planejamento e execução da oficina, traçamos os novos rumos da pesquisa, atentando ao que pôde ser observado. Feito isso, começamos a visitar intensamente as lojas virtuais para conhecimento de mais aplicativos que abordem conteúdos matemáticos. Assim, os aplicativos deveriam serem selecionados mediante o tipo de conteúdo abordado e série/ano de ensino, para em seguida planejar as atividades.

A pesquisa estendeu-se por mais três escolas, adentro a realidade de nove turmas do Ensino Fundamental e Médio, sendo elas: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba) em Cajazeiras-PB (1º Ano do ensino médio); Escola A (Rede

estadual de ensino do Rio Grande do Norte) em Tenente Ananias-RN (8º e 9º do Ensino Fundamental e 1º, 2º e 3º Ano do Ensino Médio); Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba) em Cajazeiras-PB (5º Ano do Ensino Fundamental). Para atender todas as etapas da pesquisa, foram explorados oito aplicativos: *Geoplano Digital*¹⁰; *Math Flash Cards*; *Teorema de Tales*; *Protractor*; *Desmos*; *Matemática Elementar Móvel*; *Math Jump*; *Math Parking*. Cada um, com sua especificidade no intuito de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos abordados nas turmas exploradas com a pesquisa.

Por trabalharmos como professor de Matemática nas escolas públicas, esse foi o critério que nos fez escolhe-las como local de estudo, na tentativa de facilitar a intervenção na sala de aula em turma das séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, concluindo as atividades de pesquisa em turmas do ensino fundamental I.

Os aplicativos foram selecionados na tentativa de atender aos conteúdos que estavam sendo trabalhados na sala de aula do professor pesquisador. Após a etapa seletiva dos aplicativos, as atividades foram planejadas explorando os aplicativos de forma a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Isso foi possível devido a uma quantidade significativa de aplicativos disponíveis nas *lojas virtuais* que abordam conteúdos matemáticos. Por meio do planejamento foi possível filtrar os aplicativos que melhor exploram os conteúdos matemáticos.

A conscientização dos alunos sobre o uso dos *smartphones* e/ou *tablets* deverá ser feita previamente às aulas. Ao todo foram planejadas seis atividades, fazendo uso de sete aplicativos. Após o planejamento, as aulas foram realizadas mediante registros escrito e fotográfico, contando com uma aplicação posterior de questionário escrito para a coleta de dados da pesquisa, no que diz respeito ao uso de aplicativos nas aulas de Matemática. Ao fim desse segundo momento apresentaremos uma análise dos dados dos questionários.

4.2.1 Seleção e classificação dos aplicativos para aulas de Matemática

¹⁰ O aplicativo *Geoplano Digital*, corresponde ao *aplicativo* utilizado na primeira etapa de campo da pesquisa.

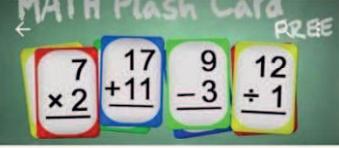
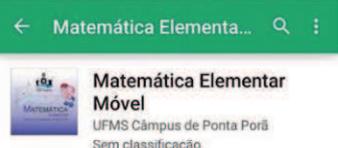
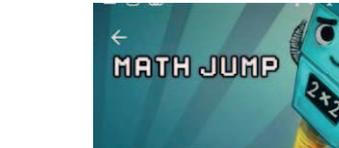
De forma geral iremos apresentar neste momento os aplicativos utilizados tanto na etapa inicial, como no desenvolver das diversas atividades trabalhadas e exploradas durante a execução da pesquisa. Em seguida descreveremos como se deu cada momento. Disponíveis gratuitamente para download nas *lojas virtuais*, os aplicativos foram apresentados aos alunos em momento anterior a aula, exceto na oficina ministrada no laboratório de Matemática relatada anteriormente. Desta forma os alunos tiveram tempo suficiente para realizar o *download* e programar-se para levar o recurso tecnológico, seja ele o *smartphone* ou *tablet*, para a sala de aula no momento oportuno.

A depender do objetivo que se tenha com a aula é possível encontrar aplicativos que dispõem de diversas funções que podem ser exploradas de acordo com o conteúdo. Após apresentar os aplicativos utilizados, de acordo com as suas funcionalidades, surgiu a necessidade de classifica-los a partir das diferentes formas como apresentam e abordam os conteúdos matemáticos.

O momento de seleção dos aplicativos se deu de acordo com os conteúdos que estavam sendo trabalhados nas turmas em que foram feitas a pesquisa. Em primeiro lugar conhecia-se o conteúdo a ser trabalhado e em seguida uma busca nas lojas virtuais a procura dos aplicativos disponíveis e gratuitos que abordassem o conteúdo. Feito isso, o aplicativo era explorado na tentativa de encontrar características que viessem a contribuir para o ensino e aprendizagem de tal conteúdo.

Para alguns conteúdos é possível encontrar vários aplicativos disponíveis, que o abordam de diferentes formas. Assim como Larkin (2013) tivemos dificuldades em encontrar aplicativos relevantes, pois a localização inicial dos aplicativos é um processo que consome tempo e é potencialmente impreciso. É necessário filtrar as informações e funções disponíveis no aplicativo, levando em consideração àquele que melhor atenda às necessidades pedagógicas para aquela aula. Esse mesmo processo foi feito com todos os conteúdos. A seguir estão presentes as páginas de *download* de todos os aplicativos utilizados, oriundos da loja virtual *Play Store*. Esses aplicativos foram usados como artefatos tecnológicos com o objetivo de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Figura 05 - Aplicativos utilizados na pesquisa

 <p>Digital Geoboard Alberto de Oliveira</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	 <p>Math Flash Cards (Free) November31</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	 <p>Teorema de Tales Matemática Com Aplicativos</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>
<p>App 1 – Geoplano Digital</p> <p>Tamanho: 21,50 MB Conteúdos: Perímetro e área de figuras planas; Objetivo: Construir representações de figuras planas e em seguida calcular o perímetro e a área.</p>	<p>App 2 – Math Flash Cards</p> <p>Tamanho: 4,84 MB Conteúdos: Operações de adição, subtração, multiplicação e divisão; Objetivo: verificar o domínio das operações matemáticas.</p>	<p>App 3 – Teorema de Tales</p> <p>Tamanho: 1,61 MB Conteúdos: Teorema de Tales; Objetivo: Resolver exercícios de proporcionalidade envolvendo o Teorema de Tales.</p>
 <p>Protractor keuwlsoft</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	 <p>Desmos Calculadora Gráfica Desmos Inc</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	 <p>Matemática Elementar Móvel UFMS Câmpus de Ponta Porã Sem classificação</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>
<p>App 4 – Protractor</p> <p>Tamanho: 1,53 MB Conteúdos: Ângulos; Objetivo: Medir ângulos;</p>	<p>App 5 – Desmos</p> <p>Tamanho: 5,12 MB Conteúdos: Funções; Objetivo: Esboçar gráficos de funções;</p>	<p>App 6 – Matemática Elementar Móvel</p> <p>Tamanho: 1,70 MB Conteúdos: Aritmética e álgebra; Objetivo: Apresentar conteúdos matemáticos, por meio de conceitos e exemplificações.</p>
 <p>Math Jump NordicEdu</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	 <p>Math Parking Team Creative</p> <p>DESINSTALAR ABRIR</p>	
<p>App 7 – Math Jump</p> <p>Tamanho: 16,12 MB Conteúdos: Operações de adição, subtração, multiplicação e divisão; Objetivo: verificar o domínio das operações matemáticas.</p>	<p>App 8 – Math Parking</p> <p>Tamanho: 13,46 MB Conteúdos: Operações de adição, subtração, multiplicação e divisão; Objetivo: verificar o domínio das operações matemáticas.</p>	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Durante o momento de seleção dos aplicativos, foi perceptível características que chamaram atenção no que diz respeito à funcionalidade do aplicativo no ensino da Matemática. Alguns aplicativos estavam sendo usados para substituir materiais concretos, outros traziam representações abstratas e também aqueles que abordavam os conteúdos de forma lúdica, dentre outras propriedades peculiares, aumentando o leque de possibilidades que esses aplicativos nos oferecem em relação ao seu uso no ensino de Matemática. Após essa análise e classificação, tentamos dentro da nossa pesquisa contemplar ao menos um aplicativo de cada categoria, para assim verificar as potencialidades de cada categorização.

Em se tratando da natureza das representações matemática por meio das tecnologias, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p.52-53) dizem:

O protagonismo dos recursos tecnológicos baseados na linguagem informática foi adquirindo relevância na aprendizagem matemática por terem um caráter predominantemente “empírico” (experimental e visual), que intensifica a dimensão heurística que envolve a produção de sentidos e conhecimentos matemáticos.

Por exemplo, com o uso de tecnologias digitais:

1. Objetos matemáticos começaram a ser representados de maneira inédita (digital);
2. modelos matemáticos e algoritmos foram aprimorados com novas variáveis; simulações expandiram seus limites devido à virtualidade, ao caráter visual, à multiplicidade representativa e aos recursos de experimentação;
3. construções matemáticas ganharam dinamicidade e simultaneidade devido às formas de dependência entre representações;
4. conjecturas foram exploradas ao seu limite experimental, de modo a oferecer convencimento sobre sua veracidade e tornarem-se teoremas;
5. novos tipos de problemas e estratégias de resolução entraram em cena, etc.

Nesta perspectiva, a partir das nossas impressões com o uso do material, classificamos os aplicativos matemáticos disponíveis em seis categorias. Levando em consideração a sua funcionalidade e a forma como aborda os conteúdos matemáticos. Temos os aplicativos informativos, aplicativos de resolução de exercícios matemáticos, aplicativo lúdico matemático, aplicativos de teste matemático, como também os aplicativos categorizados como concreto digital e os aplicativos abstrato digital (algébrico e geométrico). Essa classificação contempla todos os aplicativos utilizados na pesquisa, onde podemos identificar as características de cada um deles

e comprovar a sua eficiência ao usá-los a favor da aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Quadro 01 – Classificação dos aplicativos que abordam conteúdos matemáticos

APLICATIVO INFORMATIVO
<p>Os aplicativos informativos são aqueles que têm a função de apresentar apenas o conteúdo tal quais os livros didáticos, havendo a possibilidade de conter sugestões de exercícios ou não. Podem ser comparados a <i>e-books</i>, porém comportam uma quantidade menor de informações, limitando-se a um conteúdo específico ou vários conteúdos de forma mais resumida.</p>
<p><i>Exemplo:</i> <i>App 6 – Matemática Elementar Móvel</i></p>
<p>Permite a aprendizagem de conteúdos matemáticos de forma fácil e móvel. Apresenta informações sobre os seguintes conteúdos: conjuntos numéricos, intervalos, potenciação, radiciação, produtos notáveis, funções e inequações. Após a abordagem do conteúdo o próprio aplicativo propõe um exercício para verificar a aprendizagem.</p>
APLICATIVO DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS
<p>Os aplicativos de resolução de exercícios são capazes de detalhar todo o processo de resolução de exercício. Permite ao aluno acompanhar o passo a passo da manipulação dos algarismos até se chegar ao resultado final do exercício. Caso o aluno apresente dúvidas ou erre alguma etapa do cálculo, o aplicativo permite um acompanhamento do cálculo, onde o aluno por meio da sua atenção pode identificar onde está o seu erro dando continuidade ao exercício sanando suas dificuldades. Aplicativos desta natureza não permitem a proposição, resolução e exploração de problemas, uma vez que o mesmo apresenta apenas como os algarismos são manipuladores de acordo com os dados informados ao aplicativo. Não permitem uma intervenção no cálculo diferente da previamente estabelecida pelo aplicativo, nem tão pouco apresentam contextos em suas abordagens.</p>

Exemplo:
App 3 – Teorema de Tales

Permite o cálculo de proporcionalidade entre segmentos formados por meio de retas transversais a um feixe de retas paralelas. Inicialmente a interface do aplicativo apresenta duas formas de abordagem do Teorema de Tales, apresentando em uma das imagens as retas transversais se cruzando entre si e com uma das retas do feixe de paralelas. Para a resolução do exercício no aplicativo, temos um campo para preenchermos com as medidas dos respectivos segmentos. Feito isso, será apresentado a relação entre os segmentos e suas medidas de acordo com o estudado sobre o Teorema de Tales. Fica a critério do aluno visualizar apenas o resultado final da incógnita, como também o aplicativo permite ver as etapas detalhada do cálculo. O aplicativo foi planejado exclusivamente para a resolução mecânica dos algoritmos no intuito de encontrar o valor que satisfaça a relação entre os seguimentos, não permitindo a proposição, resolução e exploração de problemas.

APLICATIVO LÚDICO MATEMÁTICO

Os aplicativos lúdicos matemáticos abordam os conteúdos matemáticos de forma mais interativa por meio de jogos. Em sua maioria, aplicativos dessa natureza exploram as operações matemáticas. O domínio desse conteúdo são os primeiros passos para se ter um bom domínio da Matemática e que precisam ser trabalhados desde os primeiros anos na escola. O contato inicial dos alunos com as operações matemáticas é ainda na infância, com isso usar o lúdico para fortalecer o domínio matemático e despertar o interesse por essa ciência é um dos objetivos dos aplicativos lúdicos matemáticos possibilitando o aprender brincando.

Exemplos:
App 7 – Math Jump e o App 8 – Math Parking

O *Math Jump* é um jogo onde o participante terá que mover o seu *smartphone* ou tablete de modo que leve ao topo, o boneco que carrega consigo uma operação matemática, chegando a estourar o balão que corresponde ao resultado da operação. O Aplicativo trabalha as quatro operações matemáticas separadamente,

permitindo ao participante acumular pontos a cada acerto e tentar quebrar recordes anteriores.

O *Math Parking* apresenta várias opções de abordagem das operações, trabalhando cada uma delas individualmente, duas por vez ou todas ao mesmo tempo, exigindo do participante um grau de domínio mais elevado. O jogo consiste em estacionar carros em uma das dezesseis vagas no estacionamento. Os carros carregam consigo as operações matemáticas, enquanto que os estacionamentos apresentam os possíveis resultados. O grau de dificuldade do jogo é selecionado inicialmente e vai determinar quantidade de carros que devem ser estacionados e a velocidade dos mesmos. O jogador deve ficar atento no momento de traçar o percurso de estacionamento do carro para não correr o risco de colidir com os demais carros que estão no jogo aguardando a vaga de estacionamento correspondente ao resultado da operação.

APLICATIVO DE TESTE MATEMÁTICO

Os aplicativos de testes ou feedback matemáticos tem o interesse de verificar de forma interativa e rápida o domínio de determinados conteúdos matemáticos. Eles apresentam *ranking*, pontuações e recordes e exige do participante uma resposta imediata, uma vez que alguns desses aplicativos determinam o tempo como fator importante na pontuação final, filtrando aqueles que tem maior habilidade em responder uma quantidade maior de perguntas em um menor intervalo de tempo. Podem conter curiosidades matemáticas de forma geral, abordar determinado conteúdo, como por exemplo operações matemáticas em sua maioria.

Exemplo:

App 2 – Math Flash Cars Free

Exige do interessado um feedback instantâneo da operação matemática que aparece no *Display*. Antes de iniciar o teste deve-se configurar o aplicativo de acordo com o interesse do participante, ou do interessado em realizar o teste com as demais pessoas. O aplicativo oferece a opção de selecionar as operações matemáticas, a quantidade de cartas com operações matemáticas em cada rodada, podendo selecionar também o tempo. Como exemplo, pode-se responder a vinte

cartas com operações matemáticas de multiplicação e divisão em dois minutos. Ao final do tempo o aplicativo mostra a quantidade de erros e acertos do participante.

APLICATIVO CONCRETO DIGITAL

Os aplicativos concreto digital são responsáveis por dá um caráter virtual a instrumentos de medidas e objetos de aprendizagem matemática, que antes só era possível a manipulação de forma concreta. Eles permitem carregar no bolso materiais que na forma concreta é necessário força e espaço para manuseá-los, como também a oportunidades de ter na forma digital materiais que antes não se tinha na forma concreta.

Exemplos:

App 1 – Geoplano Digital e o App 4 – Protractor

O *Geoplano Digital* permite construir figuras planas abertas e fechadas (polígonos). O plano e espelhado no *display* do *smartphone*. Ao selecionar as ligas, a manipulação da mesma fica a critério do usuário para esboçar a figura que desejar, dentro da área permitida no geoplano. Várias figuras podem ser construídas ao mesmo tempo, sendo possível alterar a cor das ligas para uma melhor identificação das figuras projetadas. Além do mais, o aplicativo permite o cálculo do perímetro e da área da figura construída.

O *Protractor* é um aplicativo que atua em conjunto com a câmera do *smartphone*. Ao abrir o aplicativo, você irá visualizar a câmera tendo a sua frente a imagem de um transferidor de 180° . Para calcular a medida do ângulo que tem interesse, basta congelar a imagem na tela do *smartphone* e manipular as semirretas para saber a medida do ângulo desejado.

APLICATIVO ABSTRATO DIGITAL

Os aplicativos abstrato digital tentam ilustrar virtualmente representações matemáticas abstratas, a exemplo de ponto, reta, plano, entre outros. Aplicativos dessa natureza apresentam um leque de possibilidades de manipulação maior, envolvendo conteúdos tanto da álgebra como da geometria. As representações

gráficas são os pontos fortes desses aplicativos, permitindo trabalhar todas as funções matemáticas, por meio da representação algébrica e gráfica.

Exemplo:

App 5 –Desmos calculadora gráfica

Permite a abordagem gráfica de funções matemáticas, permitindo a organização algébrica dos dados por meio de tabelas. A manipulação dos coeficientes e alteração direta na janela gráfica é característica que influencia fortemente a adesão ao uso dessa ferramenta tecnológica. A exemplo da função afim, podemos explorar a mesma por meio de tabela para organização das coordenadas, em seguida esboçar o gráfico, manipular os coeficientes, permitindo verificar as propriedades de cada um deles. De forma geral esse aplicativo representa significativamente o plano cartesiano, algo abstrato no estudo da Matemática, permitindo uma melhor compreensão por parte dos alunos do que está sendo estudado.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Ações desenvolvidas na pesquisa

Neste momento iremos apresentar o conjunto de trabalhos realizados com a pesquisa desde a Parte I – Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo, até a Parte III – O aplicativo *Desmos* e o ensino de Função Quadrática. O fato de estarmos descrevendo a Parte II – Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades, não nos impede de fazer um recorte de todas as ações desenvolvidas com a pesquisa, na tentativa de situar melhor o leitor em meio as tantas informações. No quadro abaixo podemos identificar o título da ação desenvolvido, em qual momento da pesquisa ele foi desenvolvido, dentre outras informações passíveis de identificação a seguir.

Quadro 02 – Informações gerais sobre as ações desenvolvidas com a pesquisa

Parte I – Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo
1º Ação: O material concreto geoplano e o aplicativo <i>Geoplano Digital</i>
<p>Conteúdo: Área e perímetro de figuras planas.</p> <p>Artefato tecnológico: App 1 – <i>Geoplano Digital</i>.</p> <p>Recursos: Material concreto geoplano e <i>smartphone</i>.</p> <p>Local de pesquisa: Laboratório de Matemática do Museu Vivo de Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba.</p> <p>Público-alvo: 6º Ano do Ensino Fundamental.</p> <p>Objetivo: Utilizar a versão digital do geoplano na formação dos conceitos de perímetro e área de figuras planas.</p> <p>Carga Horária: 6 aulas de 45 min</p> <p>Período: 16 de maio a 08 de junho de 2017</p>
Parte II – Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades
2º Ação: Teste de Tabuada com o App <i>Math Flash cards</i>
<p>Conteúdo: Operações de Multiplicação e Divisão</p> <p>Recursos: <i>Smartphone</i></p> <p>Artefato tecnológico: App 2 – <i>Math Flash Cards</i></p> <p>Local de pesquisa: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte).</p> <p>Público-alvo: 8º e 9º Ano do Ensino Fundamental II e 1º, 2º e 3º Ano do Ensino Médio</p> <p>Objetivo: Verificar o domínio das operações matemáticas por alunos dos anos finais do ensino fundamental e de todo o ensino médio.</p> <p>Carga Horária: 14 aulas de 50 min</p> <p>Período: 01 a 09 de Junho de 2017</p>
3º Ação: Resolvendo exercícios com o App <i>Teorema de Tales</i>
<p>Conteúdo: O Teorema de Tales</p> <p>Recursos: Livro didático e <i>Smatphone</i>.</p> <p>Artefato tecnológico: App 3 – <i>O Teorema de Tales</i></p> <p>Local de pesquisa: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte).</p>

<p>Público-alvo: 9º Ano do Ensino Fundamental</p> <p>Objetivo: Utilizar o aplicativo para auxiliar os alunos no momento de resolução de exercícios sobre o conteúdo.</p> <p>Carga Horária: 4 aulas de 50 min</p> <p>Período: 01 a 09 de Junho de 2017</p>
<p>4º Ação: Projetando e medindo ângulos com o App Protractor</p>
<p>Conteúdo: Ângulos</p> <p>Recursos: Livro didático, transferidor, régua, cartolina e <i>smartphone</i>;</p> <p>Artefato tecnológico: App 4 - <i>Protractor</i></p> <p>Local de pesquisa: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte).</p> <p>Público-alvo: 8º Ano do Ensino Fundamental</p> <p>Objetivo: Usar o aplicativo para medir ângulos de estruturas com representações geométricas que fazem parte da paisagem da sala de aula.</p> <p>Carga Horária: 9 aulas de 50 min</p> <p>Período: 01 a 09 de Junho de 2017</p>
<p>5º Ação: Construindo tabelas e esboçando gráficos da Função Afim com App Desmos</p>
<p>Conteúdo: Função Afim</p> <p>Recursos: livro didático e <i>smartphone</i>.</p> <p>Artefato tecnológico: App 5 - Desmos</p> <p>Local de pesquisa: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba).</p> <p>Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio</p> <p>Objetivo: Elaborar tabela, analisar dados, plotar pontos e esboça gráfico de função para analisar o seu comportamento de acordo com a variação dos coeficientes.</p> <p>Carga Horária: 6 aulas de 45 min</p> <p>Período: 12 a 19 de junho de 2017</p>
<p>6º Ação: Estudando a Função Afim com o App Matemática Elementar Móvel</p>
<p>Conteúdo: Função Afim</p> <p>Recursos: livro didático e <i>smartphone</i></p>

<p>Artefato tecnológico: App 6 – Matemática Elementar Móvel</p> <p>Local de pesquisa: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba).</p> <p>Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio</p> <p>Objetivo: Estudar o conteúdo de função afim.</p> <p>Carga Horária: 2 aulas de 45 min</p> <p>Período: 14 a 19 de Junho de 2017</p>
7º Ação: Jogos Matemáticos em aplicativos
<p>Conteúdo: Operações Matemáticas (Adição, subtração, multiplicação e divisão)</p> <p>Recursos: Atividade impressa e <i>smartphone</i></p> <p>Artefato tecnológico: App 7 – Math Jump e App 8 – Math Parking</p> <p>Local de pesquisa: Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba)</p> <p>Público-alvo: 5º Ano do Ensino Fundamental I</p> <p>Objetivo: Estimular o domínio das operações matemáticas por meio de jogos eletrônicos em <i>smartphones</i> ou tablets.</p> <p>Carga Horária: 2 horas de aula.</p> <p>Data: 20 de Junho de 2017</p>
Parte III – O aplicativo <i>Desmos</i> auxiliando o processo de aprendizagem da Função Quadrática
8º Ação: O aplicativo <i>Desmos</i> e o ensino de Função Quadrática
<p>Conteúdo: Função Quadrática</p> <p>Recursos: livro didático e <i>smartphone</i></p> <p>Artefato tecnológico: App 5 - Desmos</p> <p>Local de pesquisa: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba).</p> <p>Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio</p> <p>Objetivo: Identificar as contribuições do uso do aplicativo <i>Desmos</i> no processo de ensino e aprendizagem da Função Quadrática.</p> <p>Carga Horária: 19 aulas de 45 minutos</p> <p>Período: 07 a 21 de Agosto de 2017</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Após apresentar de forma geral as ações realizadas, iremos descrever como se deu cada uma delas na Parte II e III da pesquisa, na tentativa de verificar a existência de potencialidades no uso de aplicativos voltado ao ensino da Matemática. No decorrer da descrição muitos questionamentos surgirão, sendo abordados à medida que os mesmos estiverem vinculados com o objetivo da pesquisa.

4.2.2.1 Teste de Tabuada com o App Math Flash Cards

Conteúdo: Operações de Multiplicação e Divisão

Recursos: *Smartphone*

Artefato tecnológico: App 2 – *Math Flash Cards*

Local de pesquisa: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte), Tenente Ananias-RN.

Público-alvo: 8º e 9º Ano do Ensino Fundamental II e 1º, 2º e 3º Ano do Ensino Médio

Objetivo: Verificar o domínio das operações matemáticas por alunos dos anos finais do ensino fundamental e de todo o ensino médio.

Carga Horária: 14 aulas de 50 min

Período: 01 a 09 de Junho de 2017

App Math Flash Cards: verifica de forma interativa e rápida o domínio das operações matemáticas. Apresenta *ranking*, pontuação, recordes e exige do participante uma resposta imediata, utilizando o tempo como fator importante na pontuação final. É possível identificar a habilidade de resolver uma quantidade maior de operações em um menor intervalo de tempo.

Ao pesquisar os aplicativos disponíveis que abordam conteúdos matemáticos o App 2 – *Math Flash Cards* foi um dos primeiros a motivar-nos em verificar de que forma o aplicativo seria capaz de contribuir para o ensino da Matemática, em especial da tabuada, sendo este o conteúdo abordado pelo aplicativo. Em uma de nossas realidades de trabalho, a Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte) em Tenente Ananias-RN, não difere muito das outras escolas. Os alunos apresentam bastante dificuldades com as operações matemáticas especificamente de multiplicação e divisão.

Lecionando nesta escola em turmas de 8º e 9º Ano do Ensino Fundamental e 1º, 2º e 3º do Ensino Médio, foi que as escolhi para trabalhar com o aplicativo na intenção de verificar o grau de domínio das operações matemáticas por parte desses

alunos. Em aulas anteriores a realização dessa ação da pesquisa, comentários de alunos em especial das séries finais do ensino médio, sobre não terem domínio das operações de multiplicar e dividir, fortaleceram ainda mais a ideia de trabalhar com esse aplicativo. Ao todo 184 alunos das séries mencionadas anteriormente participaram do teste de tabuada.

No que diz respeito a abordagem das operações matemáticas no ensino médio as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p.71) nos diz que:

As propriedades relativas às operações com números reais devem ser trabalhadas de modo que permitam ao aluno a compreensão das estruturas dos algoritmos, prevenindo recorrentes erros na resolução de problemas que envolvam manipulações algébricas. [...] Mesmo que as operações e os algoritmos já tenham sido estudados no ensino fundamental, é importante retomar esses pontos, aproveitando a maior maturidade dos alunos para entender pontos delicados dos argumentos que explicam essas operações e algoritmos.

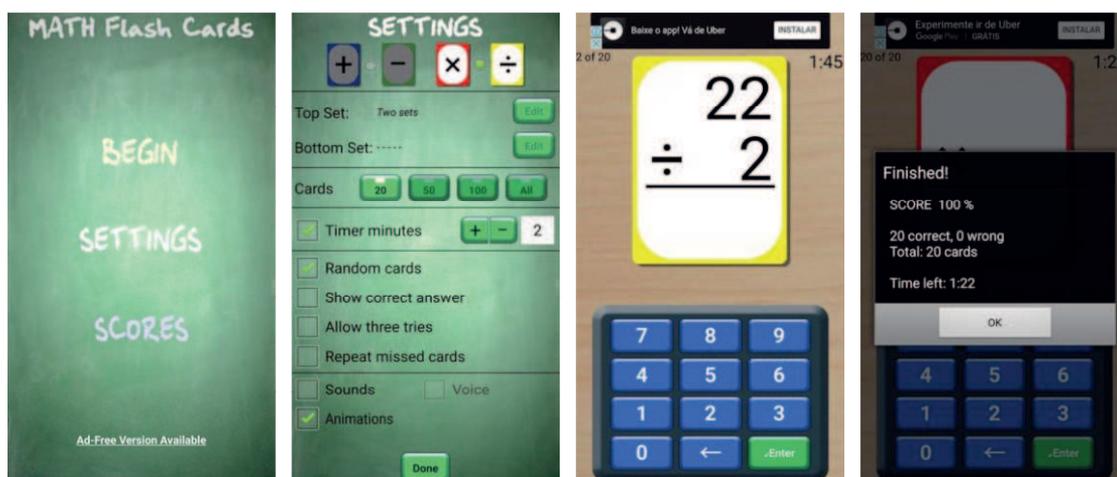
A consciência em demonstrar dificuldades em dominar as operações matemáticas por parte de nossos alunos do ensino médio nos motivou a realizar essa atividade, uma vez que a mesma em um primeiro momento tinha o intuito de atender apenas aos alunos do ensino fundamental. Sendo assim, fomos de encontro ao que disse as OCNEM na tentativa de aproveitar a maturidade dos alunos a favor da sua própria aprendizagem.

O App 2, consiste em um jogo de cartas que apresentam operações matemáticas e requer um resultado imediato. As operações que são apresentadas aleatoriamente nas cartas devem ser selecionadas antes do participante iniciar o teste. A quantidade de cartas e tempo que terá para responde-las também é previamente estabelecido, assim como também a opção de quando errar o resultado da operação o aplicativo mostrar na tela a resposta correta. Caso ache interessante a carta pode ser repetida até que o participante acerte o resultado da operação ou as cartas com os resultados das operações que foram mencionados errados podem ser repetidas ao final, caso ainda reste tempo.

O aplicativo apresenta operações entre dois números dentro de um intervalo de 0 a 20, podendo selecionar uma ou várias operações ao mesmo tempo. Todos

esses comandos são selecionados no menu “*settings*”. Já o menu “*scores*” apresenta os dados de todas as jogadas feitas anteriormente, contendo informação como o número de acerto, a operação utilizada, a porcentagem de acertos e o tempo. Após selecionado os critérios, o menu “*begin*” irá iniciar o teste.

Figura 6 - Interface do aplicativo *Math Flash Cards*



Fonte: Ecrã do *smartphone* do autor.

A atividade foi planejada em forma de teste aplicado a todos os alunos das sete turmas (8º B, 9º A, 9º B, 1º B, 2º A, 3º A e 3º B) trabalhadas. Para as turmas do Ensino Fundamental o aplicativo foi configurado de modo a apresentar aleatoriamente operações apenas de multiplicação, enquanto que para as turmas do ensino médio a configuração contemplava as operações de multiplicação e divisão. Cada aluno teve dois minutos para responder 20 operações apresentadas pelo aplicativo conforme a configuração citada anteriormente.

Em cada turma foram necessárias duas aulas de 50 minutos cada, totalizando ao final de todas as turmas 11 horas e 40 minutos. Em algumas turmas devido uma quantidade maior de alunos o tempo foi curto. O teste foi feito individualmente, fazendo uso do *smartphone* do professor pesquisador. Cada aluno levava em média dois minutos. Como o teste foi previamente avisado em todas as turmas e orientado que o mesmo seria feito mediante o uso de um aplicativo, de imediato os alunos indagaram sobre qual aplicativo. Ao apresentar aos alunos o aplicativo e a dinâmica que iria nortear o teste, fez com que vários alunos no dia do teste já se apresentassem em

sala de aula com o aplicativo, afirmando já estarem utilizando o mesmo, na intenção de obter um melhor resultado no teste.

O comportamento dos alunos no momento do teste foi algo curioso, confirmando o fato de tais alunos apresentarem tamanha dificuldade com as operações matemáticas, a ponto de a vergonha impedir de alguns, em um primeiro momento, realizar o teste. Alguns desses alunos que se negaram a fazer o teste, motivados pelos colegas de sala e pela curiosidade em saber sua pontuação, espontaneamente vieram até a mesa do professor para assim realizar o teste. Nervosismo, ansiedade, mãos tremulas ao segurar o *smartphone*, foram características predominantes na maioria dos alunos, onde ao saber o resultado final do teste, muitos afirmavam “*eu disse que era ruim em tabuada*”. Apresentaremos os resultados em seguida.

Na turma do 2º Ano do Ensino Médio, o tempo pré-determinado de duas aulas poderia não ser suficiente para atender individualmente cada aluno, tendo em vista alguns imprevistos que tardou o início do teste. Antes que isso acontecesse, ansiosos para chegar à sua vez e vendo que o tempo não ia colaborar, alguns alunos disponibilizaram seus *smartphones* já com o aplicativo, para que fosse possível aplicar o teste a mais de um aluno por vez. Atendendo ao pedido dos alunos, começamos a realizar o teste com dois e/ou três alunos simultaneamente. O fato de alguns alunos já estarem fazendo uso do aplicativo, em casa e na sala de aula, como relatado e pudemos conferir na sala de aula, nos faz perceber a aceitação da proposta de trabalho por parte dos alunos.

Em momento posterior à realização do teste, voltamos à sala de aula para a aplicação de um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Uma das perguntas do questionário indagava o aluno sobre o seguinte fato: *ao usar o aplicativo em algum momento tiveram como resultado o aprendizado referente às operações matemáticas?* O resultado foi bastante favorável ao questionamento feito. Dos 168 alunos que responderam ao questionário, a grande maioria afirmou ter aprendido com o uso do aplicativo.

Para os alunos, a manipulação por si só do aplicativo é capaz de gerar aprendizagem pelo simples fato de estarem obtendo resultados quantitativos do seu desempenho. Ao olhar do professor pesquisador, o aplicativo não permite aos alunos

construir ideias sobre as operações matemáticas, como por exemplo, verificar alguns padrões nas operações. Não proporciona ao aluno perceber o princípio aditivo na operação da multiplicação, entre outras ideias que envolvem as operações matemáticas, o que contradiz a ideia dos alunos em terem aprendido com o uso do aplicativo. Agora se para o uso do aplicativo na sala de aula, o aluno procurou antes construir ideias sobre as operações matemáticas, podemos concluir que o aplicativo estimulou o aluno a aprender.

Ao questionamento apresentado anteriormente um aluno afirmou “A01 - *Prefiro a tabuada*”. Mesmo com a forte influência das tecnologias no nosso dia a dia não podemos negar a existência de pessoas que ainda resistem ao seu uso. O aluno pode não ter gostado do aplicativo levando-o a declarar sua preferência pela tabuada. Ao mesmo tempo podemos encontrar alunos que utilizam constantemente a tecnologia, mas quando o intuito é estudo preferem utilizar material concreto. No mesmo questionário outra pergunta indaga o aluno: *Qual(is) pontos positivo(s) e/ou negativo(s) é(são) identificado(s) ao fazer(em) uso do aplicativo Math Flash Cards?*

A aceitação da ação fazendo uso do aplicativo *Math Flash Cards*, é confirmada ao analisar as respostas dadas pelos alunos a última pergunta mencionada ao fim do parágrafo anterior, extraída do nosso banco de dados. É possível perceber os fatores que chamaram a atenção dos alunos ao fazerem uso do aplicativo. A eficiência do aplicativo em relação ao *feedback* rápido de perguntas e respostas, é uma ideia promissora dos aplicativos moveis já defendida por Zhang et al (2015). Outras características como a capacidade de melhorar a aprendizagem a ponto de preferirem o aplicativo a tabuada impressa, a praticidade e facilidade em manusear o aplicativo, ajudando na memorização das operações, entre outros pontos positivos são evidenciados nos comentários dos alunos transcritos a seguir.

A02 - Foi mais fácil aprender com o aplicativo, pois se a gente errasse mesmo assim aprendia mais. Então, o melhor é estudar com o aplicativo por que tem mais facilidade e eu aprendi. Não tenho aquela dificuldade que eu tinha antes e estou tendo uma melhor aprendizagem;

A03 - Ajuda o raciocínio, facilita mentalmente, ajuda o aluno a tirar uma nota favorável e se interessar mais por essa matéria que muitos julgam ruim;

A04 – Contribui, pois, aquele aplicativo tem a tendência de melhorar nosso potencial em relação a matéria de Matemática e muita das vezes pode nos ajudar cada dia mais, pois é uma maneira não muito chata de aprender;

A05 - O aplicativo me ajudou a aprender um pouco mais em Matemática e também vendo os meus erros fui buscar mais conhecimento para se sair melhor em outros testes;

A06 - Ajuda bastante, inclusive eu tenho o Math Flash Card free e o de truques matemáticos¹¹, eles me ajudam bastante;

A07 - Ajuda no raciocínio, para fazer cálculos mais rápido mentalmente;

O uso do aplicativo em estudo estimula o aluno a aprender, ao mesmo tempo em que estimula-o estudar. Instiga o uso da mente, a concentração, desperta o uso do raciocínio, trabalhando o cálculo mental como importante área de domínio que os alunos devem ter em relação a Matemática. Eles entendem que conseguem fazer o cálculo mais rápido, porém o que podemos ver são resultados quantitativos apresentados pelo aplicativo. Ao perceber o seu erro, respondendo uma operação matemática no aplicativo, o aluno não tem a oportunidade de refletir sobre o seu próprio erro a ponto de formular uma nova resposta.

Ao elencar algumas características, podemos perceber a motivação dos alunos, em fazer uso do aplicativo e procurar outros que lhe proporcionem aprendizagem matemática. Isso mostra que o uso de aplicativos não se resume apenas ao teste feito. A ação realizada já está sendo capaz de motivar os alunos a buscar outros aplicativos. Em contrapartida ficamos sujeito a opiniões resistentes em reconhecer as contribuições do uso das tecnologias para o ensino em especial da Matemática. Como podemos ver no comentário destacado a seguir por um aluno. O referido se baseia na orientação de outro professor, se mostrando a parte das ideias da proposta apresentada.

*A08 - O uso de aplicativos nas aulas de Matemática não é necessário, pois meu amigo ***** disse que no Enem eu não irei usar celular e nem calculadora, porque se eu usar na sala de aula irei ficar viciado;*

¹¹ O aplicativo *Truques Matemáticos* estimula o cálculo rápido de cabeça, envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação. Assim como os demais aplicativos utilizados na nossa pesquisa, o mesmo pode ser encontrado gratuitamente nas lojas virtuais de download de aplicativos.

A resistência em perceber nas tecnologias um aliado ao professor na sala de aula de hoje, é movida na maioria das vezes por um ensino meramente expositivo, alicerçado na resolução mecânica de exercícios, em si falando do ensino da Matemática. A própria calculadora tem efeito positivo quando utilizada na aula de Matemática em alguns momentos, a depender do objetivo da aula. Em si tratando do uso do uso da calculadora Domingues (1995, p. 3) elucida:

Quando se fazem os cálculos mais maçantes com uma calculadora, pode-se tornar os problemas mais reais e complexos. E a possibilidade de achar valores de expressões com rapidez e exatidão permite ao professor diminuir a ênfase e certos processos heurísticos, como a construção de tabelas e busca de modelos.

O mesmo acontece com o uso de aplicativos nas aulas de Matemática. O fato do aluno usá-lo na sala de aula, não significa dizer que isso irá virar rotina, nem tão pouco estará acomodando aluno, no que tange a sua aprendizagem matemática. Essa ferramenta tecnológica é utilizada tanto pelo professor como pelo aluno na sala de aula de forma a favorecer alguns processos de aprendizagem que se tornam mais eficazes com seu uso.

Comentário: A realização de nossa ação, faz com que os alunos não sintam necessidade de utilizar calculadora para a resolução de exercícios matemáticos em momentos posteriores. Se o aluno desenvolve um melhor domínio das operações matemáticas, por meio de ações como esta e de outras naturezas, o mesmo não sentirá necessidade de fazer uso da calculadora no momento de realização do Enem (Exame Nacional do Ensino Médio). Ao invés de viciar o aluno a sempre usar algum recurso para responder as operações matemáticas, o uso do aplicativo está servindo de meio para que o conhecimento seja construído e conservado na memória do aluno.

O professor deve buscar explorar os pontos positivos dos recursos tecnológicos, associando-os a favor do processo de ensino e aprendizagem, em especial da Matemática, motivando os alunos por meio da interatividade proporcionada por essa tecnologia. O anseio dos alunos por mais aulas que façam

uso de tecnologias, em especial o uso do *smartphone*, seja por aplicativo ou não, é algo comprovado nos comentários abaixo, descritos pelos alunos que tiveram contato com o teste de tabuado digital proveniente de uma das ações de nossa pesquisa.

A09 - Por estar ligado a algo que a gente usa muito e que a gente gosta, acaba despertando o interesse em praticar mais e com a prática passa a aprender o que antes não sabia;

A10 - É mais prático e até mesmo mais divertido. Acredito que usar tecnologia para fins educativos tem vantagens;

A11 - Poderia alguns professores utilizar mais os aplicativos para fins de entreter os alunos. Por ser um aplicativo, haveria mais interesse por parte dos alunos;

A12 - É bom para gente mostra que o celular não é só para escutar música, mas também para estudar;

Por ser um aplicativo de teste, que requer um *feedback* rápido de informações, os próprios alunos foram capazes de perceber a sua aplicação também para uso avaliativo, tal qual o objetivo dessa atividade. O caráter rigoroso de uma prova escrita e toda tensão por ela provocada, pode ser dinamizada por meio de aplicativos desta natureza, estimulando os alunos a aprender matemática e não ter receio em ser avaliado, uma vez que os alunos já está se auto avaliando a cada momento que faz uso do aplicativo, sem necessitar da avaliação quantitativa do professor. Atitudes como essa, têm fortes chances de desencadear resultados positivos na avaliação de determinados conteúdos matemáticos. Com base nos registros extraídos no nosso banco de dados, apresentamos os seguintes comentários:

A13 - Demonstra o quanto conhecimento temos. Nos traz conhecimento. Transmite novas formas de aprendizagem;

A14 - Seu uso pode ser aplicado para provas, atividades e testes. Com isso os alunos ficam mais estimulados;

A15 - É um meio de avaliarmos de como está o nosso aprendizado, e assim poder realizar exercícios de forma mais prática;

Essa atividade proporcionou resultados avaliativos no âmbito individual, populacional e de grande parte da comunidade escolar. No âmbito individual a avaliação apresentava o resultado do aluno ao fim do teste, ficando o mesmo consciente do seu domínio das operações matemáticas. A avaliação populacional nos leva a uma análise e reflexão dos dados por turma, verificando os dados entre alunos da mesma série/ano. De forma geral, ao confrontarmos os dados de todos os indivíduos que participaram do teste, resultando em dados escolares sujeitos a reflexão, nesse caso, para um desenvolvimento posterior de ações que melhorem o domínio das operações matemáticas por parte dos alunos.

A análise quantitativa dos dados, que permite uma análise por turma e da comunidade escolar no geral, instiga uma avaliação qualitativa por proporcionar dados verídicos a respeito do domínio das operações matemáticas. Apresentaremos os resultados organizados por intervalos de acertos categorizados como insuficiente (0 a 5 acertos), ruim (6 a 10 acertos), regular (11 a 15 acertos), bom (16 a 19 acertos) e ótimo (20 acertos). Os dados podem ser verificados na tabela abaixo.

Quadro 03 – Resultado quantitativo do teste de tabuada.

Acertos	8º B	9º A	9º B	1º B	2º A	3º A	3º B	Total	%
0 – 5	1	2	1	8	4	5	5	26	14,1
6 – 10	3	10	2	8	11	17	11	62	33,7
11 – 15	8	8	4	7	16	17	4	64	34,8
16 – 19	0	6	4	4	8	2	1	25	13,6
20	0	3	0	1	1	2	0	7	3,8
Total	12	29	11	28	40	43	21	184	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comentário - Os dados apresentados no quadro acima subsidiarão outra atividade de pesquisa descrita mais adiante (4º Ação: Projetando e medindo ângulos com o *App Protractor*), abordando outros

conteúdos matemáticos e o uso de outro aplicativo. Esses dados quantitativos fruto da organização dos dados por parte do professor pesquisador da atividade desenvolvida com o *App Math Flash Cards free* não descaracteriza a nossa pesquisa como qualitativa pedagógica, pois os mesmos são vistos como consequência da atividade de pesquisa e não como objetivo da pesquisa.

Ao fim da atividade, os alunos não tiveram acesso aos resultados de sua turma, nem tão pouco das turmas no geral, essa informação só foi compartilhada após a realização da outra atividade parte desta pesquisa que será apresenta mais adiante, obedecendo a ordem de realização e planejamento das atividades. Após a exposição dos resultados no mural de cada turma, os alunos puderam perceber como anda o domínio das operações matemáticas da sua turma e das demais turmas.

Os gráficos de setores apresentados com o final da atividade chamaram a atenção da coordenação pedagógica e direção escolar, ao revelarem informações preocupantes com relação ao ensino e aprendizagem da Matemática, que durante muito tempo vem passando por despercebido aos olhos de toda a comunidade escolar. A ideia de realizar uma atividade coletiva como está, foi plausivelmente elogiada pela coordenação pedagógica e direção escolar, que solicitou acessado aos dados coletados para uma possível reflexão.

Após a análise desses dados é pertinente uma avaliação qualitativa. Em um primeiro momento deve evidenciar a importância da atividade em fornecer dados tão importantes para a comunidade escolar. O insucesso dos alunos não só em Matemática mais em outras disciplinas a exemplo da área de ciências da natureza, se dá justamente pela carência em dominar as operações matemáticas. Essa é uma realidade que assola a maioria das escolas hoje, chegando a resultados que refletem uma dificuldade até mesmo de alunos que estão concluindo o ensino médio.

4.2.2.2 Resolvendo exercícios com App Teorema de Tales

Conteúdo: O Teorema de Tales

Recursos: Livro didático e *Smatphone*.

Artefato tecnológico: App 3 – *O Teorema de Tales*

Instituição de Ensino: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte), Tenente Ananias-RN.

Público-alvo: 9º Ano do Ensino Fundamental

Objetivo: Utilizar o aplicativo para auxiliar os alunos no momento de resolução de exercícios sobre o conteúdo.

Carga Horária: 4 aulas de 50 min

Período: 02 a 08 de Junho de 2017

App Teorema de Tales: Permite o cálculo de proporcionalidade entre segmentos formados por meio de retas transversais a um feixe de retas paralelas. Inicialmente a interface do aplicativo apresenta duas formas de abordagem do Teorema de Tales, apresentando em uma das imagens as retas transversais se cruzando entre si e com uma das retas do feixe de paralelas. Para a resolução do exercício no aplicativo, temos um campo para preenchermos com as medidas dos respectivos segmentos. Feito isso, será apresentada a relação entre os segmentos e suas medidas de acordo com o estudado sobre o Teorema de Tales. Fica a critério do aluno visualizar apenas o resultado final da incógnita, como também o aplicativo permite ver as etapas detalhada do cálculo. O aplicativo foi planejado exclusivamente para a resolução mecânica dos algoritmos no intuito de encontrar o valor que satisfaça a relação entre os seguimentos, não permitindo a proposição, resolução e exploração de problemas.

A ação foi elaborada na tentativa de explorar o App 3 – Teorema de Tales, auxiliando os alunos na resolução de exercícios do Teorema de Tales. Baseado na abordagem do conteúdo proposta por Bianchini (2015), iniciemos a explanação do conteúdo e conseqüentemente apresentamos o aplicativo. O seu uso só foi pertinente com o fim da segunda aula, como auxílio na resolução de exercício. Durante todo o momento da explanação do conteúdo, a metodologia utilizada contemplava as orientações do livro didático, lousa e pincel. A atividade foi trabalhada em duas turmas de 9º Ano “A” e “B”, contando com a participação de 29 e 11 alunos respectivamente, nos turnos manhã e tarde. A escolha da turma foi feita mediante a análise de qual sério/ano o conteúdo é abordado.

Nas duas aulas ocorridas no dia 02 de junho de 2017, iniciamos a abordagem do conteúdo trabalhando com o feixe de paralelas. As aulas que antecedem esse momento, estava sendo trabalhada a razão entre dois segmentos. Essa sequência de aulas segue o planejamento do professor pesquisador, ao planejar para início do 2º bimestre letivo trabalhar o capítulo 2 (Proporcionalidade e semelhança em Geometria) do livro didático proposto por Bianchini (2015). Após trabalhar os conceitos e representações de feixe de paralelas e reta transversal, iniciemos a abordagem do Teorema de Tales.

A apresentação do conteúdo Teorema de Tales se deu por meio da resolução de exercícios inicialmente explorados na lousa e em seguida estendido ao caderno de atividades dos alunos. Concluído o conteúdo, já chegando ao fim das aulas, fizemos a apresentação do aplicativo e a forma de utiliza-lo. Para isso, resolvemos alguns exercícios juntamente com os alunos fazendo uso do aplicativo e explicando na lousa o funcionamento do mesmo, tendo em vista que no momento os alunos não tinham realizado o *download* do aplicativo. Em seguida propomos aos alunos a resolução dos exercícios presente no livro didático, recorrendo ao aplicativo sempre que surgissem dúvidas. O *download* do aplicativo deveria ser feito em casa, assim como a atividade, para que nas próximas duas aulas seguintes, fizéssemos a correção.

O Aplicativo *Teorema de Tales* tem o objetivo de resolver exercícios sobre proporcionalidade que se aplicam ao Teorema de Talles, não permitindo a proposição, resolução e exploração de problemas. Ao abrir o aplicativo ele vai solicitar que selecione qual o modelo de retas transversais ao feixe de paralelas melhor se aplica ao exercício que deseja resolver. O aplicativo apresenta duas opções, como poderemos ver na figura 07 a seguir. Feito isso, você deverá preencher para cada segmento o coeficiente numérico e parte literal, preenchendo com 0 os coeficientes não existentes. É necessário analisar bem o valor correspondente a cada segmento para não correr o risco de preencher o campo errado, fazendo com que o aplicativo apresente resultado diferente do que você espera.

Preenchido todos os campos, deverá clicar no local indicado para ver a relação de proporcionalidade entre os segmentos. Neste momento o aplicativo irá apresentar tanto os segmentos como os seus respectivos valores, indicando a relação feita entre os meios e extremos da igualdade de frações. Ao clicar no campo calcular, o aplicativo irá apresentar apenas o valor da incógnita. Caso o aluno não esteja satisfeito apenas com o valor, ou tem dúvidas de como chegar ao resultado final, ele irá clicar em “*quero ver etapas do cálculo*”. Conseqüentemente terá na tela do seu *smartphone* por meio do aplicativo o demonstrativo de todas as etapas do cálculo até o resultado final.

Figura 07 - Interface do aplicativo *Teorema de Tales*



Fonte: *Ecrã do smartphone* do autor.

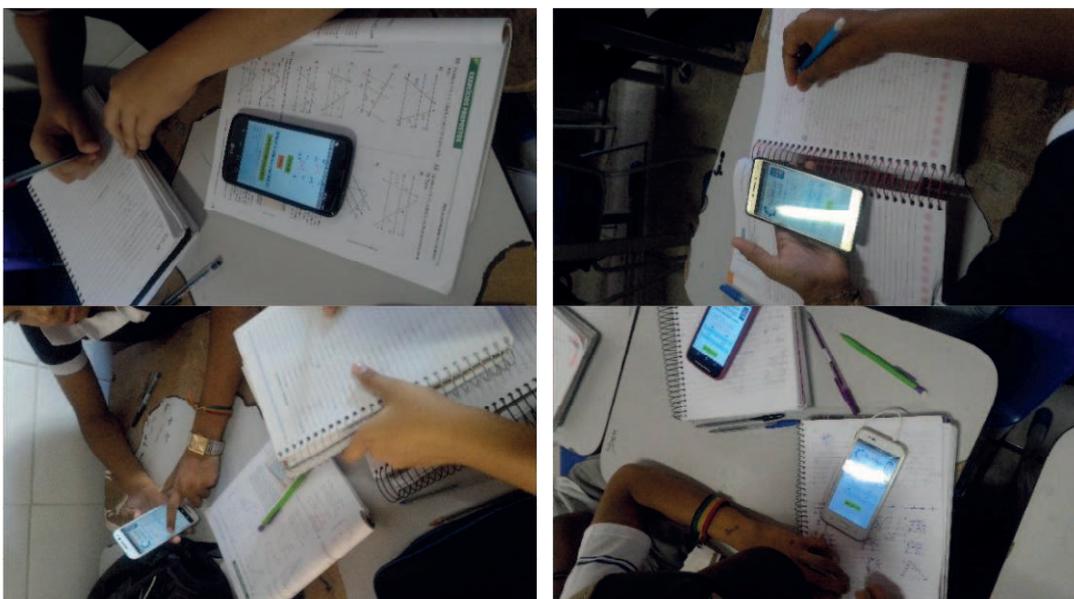
No momento de explicação do funcionamento do aplicativo, os alunos não estavam de posse do mesmo, pois esse foi o primeiro momento informativo da prática. Para facilitar a compreensão, mostramos o aplicativo pela tela do nosso *smartphone*, em seguida desenhamos na lousa a interface do aplicativo e pedimos que fizessem o mesmo em seu caderno de atividades. Tomamos uma atividade do livro como exemplo e começamos a explicar como preencher cada campo dos coeficientes. Inicialmente essa era a maior dúvida e continuou sendo para muitos, como veremos mais adiante. Após essa explicação passo-a-passo, reforçamos novamente a ideia de resolver em casa a atividade com o auxílio do aplicativo, não apenas transcrevendo a resposta tal qual o aplicativo mostrasse, mas utilizando o mesmo como um suporte para sanar dúvidas.

Na aula do dia 08 de junho de 2017, aguardávamos um número significativo de alunos que apresentassem a atividade feita, conforme solicitado na última aula. Entretanto, essa experiência não foi vivenciada em nenhuma das turmas. Sabendo da flexibilidade do planejamento e não podendo deixar a atividade sem alcançar seus objetivos, ou parte deles, indagamos aos alunos o porquê de não terem feito a atividade. Grande parte relatou ter tido dificuldade no momento de colocar os

coeficientes no aplicativo, outros não tinham baixado o aplicativo e teve aqueles que não demonstraram interesse em realizar a atividade.

Fizemos uma sondagem na sala de aula para ver quais alunos tinham o aplicativo ou estavam com *smartphone*. Uma minoria estava com o aplicativo no *smartphone*, outros estavam com o *smartphone* mais sem o aplicativo. Sugerimos que usando o *wifi* disponível na escola, aqueles que sentissem à vontade poderiam realizar o *download* para que em seguida pudessem resolver a atividade no decorrer das duas aulas e assim foi feito. Mesmo tendo alguns alunos sem posse do aplicativo, dividimos a turma em grupos de modo que nenhum aluno, exceto os que não queriam, ficassem sem acesso ao artefato tecnológico. Desta feita, após outra abordagem sobre o funcionamento do aplicativo, com a ajuda dos colegas e a nossa orientação sempre que necessário, os alunos realizaram a atividade.

Fotografia 02 – Alunos resolvendo exercícios em sala de aula utilizando o aplicativo Teorema de Tales



Fonte: Registrada pelo autor

Durante a resolução dos exercícios propostos em sala de aula, notamos que alguns alunos não se envolveram entre os grupos de alunos formados. A interação entre as duplas e grupos de alunos que estavam resolvendo os exercícios foi bem satisfatória. Sempre que surgiam dúvidas solicitavam a nossa presença e ao manter

o contato notávamos o progresso tanto com o domínio do aplicativo como a resolução dos exercícios propostos sobre o Teorema de Tales. Depois de resolver os primeiros exercícios, os alunos já não estavam mais utilizando o aplicativo com tanta frequência. Em alguns casos utilizavam apenas para conferir o valor da incógnita.

Em momento posterior as aulas envolvendo o Teorema de Tales, voltamos à sala de aula para a aplicação de um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Uma das perguntas do questionário indagava o aluno sobre o seguinte fato: *quais o(s) ponto(s) positivo(s) e/ou negativo(s) identificado(s) ao fazer uso do aplicativo Teorema de Tales no auxílio a resolução de exercícios sobre o conteúdo?* Algumas respostas confirmam ideias anteriormente já mencionadas, como por exemplo, a dificuldade em manusear o aplicativo. Outros depoimentos contribuem para o fortalecimento da execução da ação. A partir do momento que os alunos são capazes de criticar o aplicativo, mostra que a prática realmente aconteceu, apesar de ter fugido um pouco do planejado inicialmente. Com base em nosso banco de dados obtidos com as observações e registros feitos, temos os seguintes comentários apresentados em resposta à pergunta, apresentada.

A16 - Este aplicativo é muito bom! Ajuda muito ao ficar praticando. Eu estranhei no começo, pois não sabia responder. Mas tentei e consegui. É muito bom! Ele ensina, contribui e auxilia a explicação do conteúdo e me ajudou muito;

A17 – O aplicativo ajuda muito nas dúvidas das atividades e meu ponto fraco foi entender como funciona o aplicativo;

A18 - Ajuda nas atividades e na aprendizagem do aluno, ajuda a entender como o exercício é resolvido;

A19 - O aplicativo não é ruim. Ele me ajudou a compreender mais, em especial nas atividades permitindo estudar um pouco mais;

Os comentários apresentados pelos alunos estão em consonância com o objetivo da ação ao usar o aplicativo para auxiliar na resolução de exercícios envolvendo o Teorema de Tales. Sendo este um aplicativo de resolução de exercício esperava-se que os alunos conseguissem identificar essa característica ao fazer uso do mesmo, mostrando positiva a ação realizada, identificando contribuições para a aprendizagem matemática do conteúdo Teorema de Tales. Os alunos que não fizeram

uso do aplicativo, ao se atentarem à resolução dos exercícios por parte dos colegas movidos pela curiosidade em saber do que se tratava o aplicativo, foram capazes de destacar pontos positivos acerca do uso do aplicativo, como podemos ver a seguir.

A20 - Eu não utilizei o aplicativo. Observando meus colegas eu percebi que o aplicativo ajudou entender melhor o conteúdo e facilitou a aprendizagem;

A21 - Eu não utilizei, mas é bom! Mas agora eu baixei e dá para ver que ele é bom;

A22 - Eu não usei, pois estou sem celular. Pelo que eu vi dos meus amigos é ótimo, ajuda muito nas atividades;

Comentário: Ao fazer uso do aplicativo o aluno precisa desenvolver uma postura que favoreça a sua aprendizagem, de modo a não usar o aplicativo apenas para reproduzir no caderno o cálculo do exercício. Feito isso de nada estará contribuindo o uso do aplicativo para aprendizagem, pelo contrário, estará tornando o aluno um reprodutor de algoritmos matemáticos sem nenhuma funcionalidade. O aplicativo ao ter a função de auxiliar o aluno na resolução de exercícios deve ser consultado para verificar o resultado final e caso o aluno ainda apresente dificuldades, solicitar a visualização do cálculo passo-a-passo de modo que ele perceba onde está o seu erro, chegando ao resultado correto. Utilizado dessa forma, o aplicativo estará contribuindo significativamente para a aprendizagem do aluno.

Tendo em vista as dificuldades iniciais apresentadas pelos alunos em dominar as ferramentas do aplicativo, o papel inicial do professor é fazer a relação da representação feita no livro didático ou lousa, com a forma que é abordada no aplicativo. O professor fica encarregado de fazer os alunos entenderem o conteúdo por meio da sua exposição oral e ao mesmo tempo entender como trabalhar o conteúdo dentro do aplicativo. Associar os segmentos correspondentes do exercício no aplicativo requer atenção, tendo em vista que nem sempre as retas se comportam da mesma forma. Alertar aos alunos que o aplicativo só aborda uma relação para resolução do exercício e que existem outras, que por sinal no nosso caso foram abordadas durante a aula.

Utilizar o aplicativo no processo avaliativo não é uma característica que pode ser explorada com esse tipo de aplicativo. Ele pode ser utilizado pelo aluno como um

verificador da sua aprendizagem, numa perspectiva de auto avaliação sem fins quantitativos, em relação ao domínio na resolução de exercícios. Já o fato de ser utilizado como instrumento verificador da aprendizagem não vem a calhar muito bem. Não conseguimos identificar características nesse aplicativo que favoreça o seu uso na prática avaliativa quantitativa. Mas, de modo geral o aplicativo favorece o processo de aprendizagem da Matemática, sendo possível a afirmação por meio dos relatos descritos até aqui.

4.2.2.3 *Projetando e medindo ângulos com o App Protractor*

Conteúdo: Ângulos

Recursos: Livro didático, transferidor, régua, compasso, cartolina e *smartphone*;

Artefato tecnológico: App 4 - *Protractor*

Instituição de Ensino: Escola A (Rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte), Tenente Ananias-RN.

Público-alvo: 8º Ano do Ensino Fundamental

Objetivo: Usar o aplicativo para medir ângulos de estruturas com representações geométricas que fazem parte da paisagem da sala de aula.

Carga Horária: 9 aulas de 50 min

Período: 02 a 09 de Junho de 2017

App Protractor: Atua em conjunto com a câmera do *smartphone*. Ao abrir o aplicativo, você irá visualizar a câmera tendo a sua frente a imagem de um transferidor de 180°. Para calcular a medida do ângulo que tem interesse, basta congelar a imagem na tela do *smartphone* e manipular as semirretas para saber a medida do ângulo desejado.

Essa ação de nossa pesquisa, explora o conteúdo de retas e ângulos trabalhado em uma turma de 8º Ano, na tentativa de associar teoria e prática por meio do uso do App 4 – *Protractor*. A atividade inicia com a abordagem do conteúdo de acordo com as orientações de Bianchini (2015) apresentadas no livro didático de posse dos alunos e conforme o planejamento do professor pesquisador. A atividade foi planejada para ser realizada em três momentos, contando com três aulas de 50 minutos cada. O primeiro momento (02/06/2017) conta com a exposição do conteúdo, fazendo uso de instrumentos de medidas adaptados para o uso na lousa, facilitando a projeção de retas e ângulos. O segundo momento (08/06/2017) uma atividade

prática usando o aplicativo *Protractor*, enquanto que o terceiro momento (09/06/2017) resultou na construção de gráficos de setores tomando por base os dados quantitativos do *quadro 3*, produto da 2ª Ação: Teste de tabuada com o *App Math Flash Cards*.

A primeira parte da ação contou com três aulas expositivas e discursivas sobre o conteúdo de retas e ângulos. Fizemos uso da lousa, livro didático e instrumentos de medida concretos como régua, esquadros, compasso e transferidor, todos de madeira adaptados à realidade expositiva do professor, durante a aula. Foram abordados os seguintes conteúdos: posição de retas – concorrentes, concorrentes perpendiculares e paralelas-; construção de retas paralelas com régua e compasso; construção de perpendiculares com régua e esquadro; partes da reta – semirreta, segmento de reta consecutivos, colineares, congruentes e ponto médio; construção de segmentos congruentes com régua e compasso; determinar o ponto médio de um segmento com régua e compasso; conhecer as partes de um ângulo e traçar a bissetriz de um ângulo com o auxílio de régua e compasso;

Seguindo a proposta apresentada pelo livro didático, inicialmente abordamos a posição relativa das retas e em seguida classificando-as, fazendo a ilustração no quadro com o uso de uma régua de madeira adaptado para uso em lousas. Mesmo tendo sendo proposta pelo currículo a abordagem da ideia primitiva de retas e ângulos desde o 6º Ano do ensino fundamental, os alunos no 8º Ano demonstraram não ter muita noção do conteúdo, ao mesmo tempo em que desconheciam alguns dos instrumentos de medidas utilizados durante aula, a exemplo do transferidor. Em casos mais raros, alguns alunos conheciam os instrumentos, mas não sabia o nome e nem a sua utilidade.

Dando continuidade os procedimentos apresentados no livro didático, construímos retas perpendiculares e paralelas, ponto médio de segmento, segmentos congruentes e bissetriz de um ângulo. Durante toda a aula foi possível contar com a atenção e participação dos alunos, em especial nos momentos de construção das representações geométricas abordadas na aula. Por não estarem de posse de seus instrumentos (régua, compasso, esquadro e transferidor) e tendo a exposição do conteúdo contemplado o tempo total das aulas, a proposta de verificação da aprendizagem foi feita por meio da resolução de exercícios propostas pelo livro

didático. A proposta dada foi que os exercícios fossem feitos em casa com o uso dos instrumentos de medidas necessários, para apresentação e debate na próxima aula.

Toda essa explanação foi necessária para que os alunos tomassem conhecimento de representações geométricas como ponto, reta e ângulo. Foi necessário também para a familiarização com os instrumentos de medidas. Por meio de depoimentos verbais os alunos demonstraram não terem contato com a geometria nas aulas de Matemática. Além da apresentação da atividade para a próxima aula, também foi solicitado que os alunos em posse de seus *smartphones* e/ou *tablets*, visitassem as lojas virtuais, fazendo o *download* do aplicativo *Protactor* para a realização das atividades que serão propostas. Tendo em vistas outros aplicativos com esse mesmo nome, mostramos o ícone para que não fizessem o *download* errado.

Para o segundo momento dessa ação, que também conta com a sequência de três aulas, planejamos iniciar com um debate sobre a realização da atividade proposta para casa na última aula. A intenção era saber como os alunos utilizaram os instrumentos de medidas e as principais dificuldades quanto ao manuseio e resolução dos exercícios. Em seguida selecionar alguns exercícios para resolver juntamente com os alunos em sala de aula, procurando sanar as possíveis dúvidas e apresentar a proposta de trabalho fazendo uso do aplicativo.

Os alunos logo comentaram que não conseguiram concluir a atividade. A principal justificativa estava na falta de instrumentos de medida para a construção de representações geométricas exigidas nas atividades. O fato da escola estar situada em uma cidade pequena, sem muito desenvolvimento econômico, os pontos de venda não dispõem desses instrumentos. Os alunos relataram encontrar apenas um compasso em um dos comércios, favorecendo apenas uma aluna. Segundo informações de outros profissionais da escola e até mesmo de alguns alunos, em anos anteriores todos foram contemplados com *kits* de réguas contendo transferidor e esquadros. O fato de não verem aplicações desses instrumentos nas aulas de Matemática fez com que ao passar dos dias esses alunos se desfizessem de tais materiais. Sendo assim, conhecendo a realidade não podia penalizar os alunos pela atividade não feita.

Em momento posterior às aulas, envolvendo a 4ª ação, retornamos à sala de aula com um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Os resultados serão apresentados ao fim da descrição dessa ação. Abrimos um parêntese nesse momento para uma das perguntas do questionário direcionada aos alunos: *Você possui transferidor?* Achamos pertinente essa abordagem neste momento por comprovar o que os alunos afirmaram sobre os instrumentos de medidas. Como resposta extraída no banco de dados coletados com a nossa pesquisa, pouquíssimos alunos afirmaram ter o material concreto transferidor, uma quantidade insuficiente para suprir a necessidade de toda a sala, mesmo que propuséssemos atividades em grupo.

Dando continuidade à proposta de trabalho iniciamos a apresentação da atividade utilizando o aplicativo. Antes de iniciar a atividade é importante conhecer o aplicativo. Para isso, solicitamos aos alunos que abrissem o aplicativo e nesse momento pudemos perceber o quantitativo de alunos que estavam de posse do mesmo. Na turma com 27 alunos, menos da metade estavam com o aplicativo. Neste momento os demais alunos se atentaram a necessidade do uso, fazendo de imediato o *download* do aplicativo, usando o *wifi* disponível na escola. Outros alunos por morarem perto da escola se dirigiram a sua residência para pegar o *smartphone*. Passados alguns minutos, uma quantidade significativa de alunos estava com o aplicativo, acomodando os demais em duplas ou trios para a realização da atividade.

O aplicativo *Protractor* consiste em utilizar um transferidor de 180° acoplado a câmera do celular. Ao abrir o aplicativo você visualiza a imagem da câmera sobreposta pelo transferidor. Semelhante à forma com que se utiliza o transferidor, colocando o vértice na parte central, assim também se faz também com o *Protractor*. Quando estiver satisfeito com a imagem que deseja medir o ângulo é só clicar no símbolo de pause, congelando a imagem. Feito isso, você manipulará as semirretas de acordo com o ângulo que desejar. A medida do ângulo será apresentada em graus e radianos.

Figura 8 - Interface do aplicativo *Protractor*.

Fonte: Ecrã do *smartphone* do autor.

O segundo momento da ação consistiu em analisar a estrutura de madeira, presente no teto da sala de aula, conhecida como “tesoura”, e em seguida desenhá-la. Feito isso, com a ajuda do aplicativo calcular a medida de cada ângulo e anotar no local correspondente no desenho feito. Organizados em grupos os alunos realizaram a atividade, sendo o uso do aplicativo recurso necessário para a realização da prática, uma vez que os ângulos a serem medidos não estavam a alcance dos alunos e o uso do material concreto transferidor exigiria dos alunos contato físico com o vértice do ângulo a ser medido.

Fotografia 03 – Alunos realizando a atividade de desenho e medida dos ângulos da “tesoura”



Fonte: Registrada pelo autor.

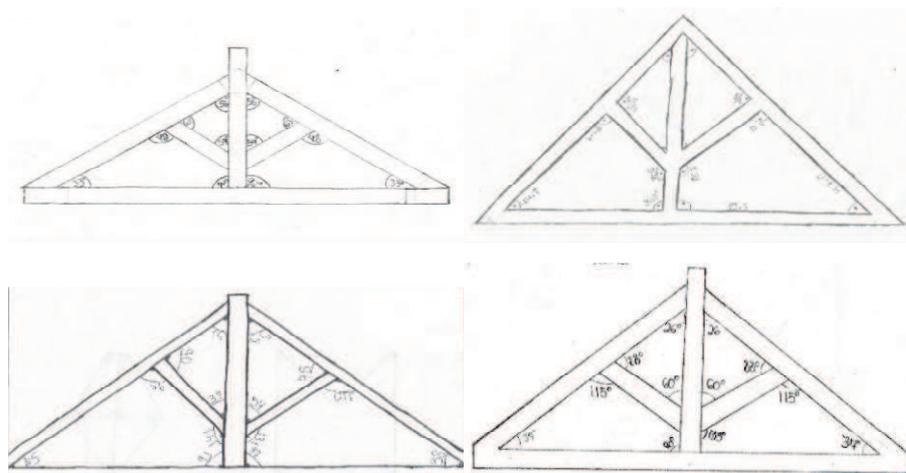
Ao planejar a atividade já esperávamos algumas atitudes dos alunos, tais como a falta de regularidade nas medidas do desenho e conseqüentemente dos ângulos. Para o momento, o foco estava em verificar as potencialidades do aplicativos no auxílio a medida de ângulos. Alguns alunos apresentaram bastante dificuldades em usar o aplicativo, principalmente no momento de congelar a imagem com o vértice no local indicado no transferidor. Devido ao mau uso do aplicativo, muito alunos tiveram dúvida no momento de manipular as semirretas para formar o ângulo que se desejava calcular. Isso porque o vértice não estava no local correto.

Após finalizarem a atividade, identificando e anotando todos os ângulos no desenho, fizemos o comparativo com o trabalho de outros colegas. Os alunos começaram a identificar bastante divergência entre os valores dos ângulos correspondentes. Para isso foi necessário um debate na tentativa de identificar o porquê desses valores divergirem tanto, uma vez que todos estavam analisando os ângulos da mesma estrutura. Primeiramente, como já mencionado anteriormente, as medidas dos desenhos não estavam proporcionais às medidas reais da “tesoura”. Mesmo assim, se a medida do ângulo estivesse correta, isso seria o suficiente, tendo em vista que o foco da aula estava no estudo de ângulos.

Foi notável que os alunos não desenvolveram uma habilidade motora, capaz de manipular corretamente o aplicativo. Mesmo alguns que dominaram mais facilmente o aplicativo, obtiveram resultados diferentes referentes ao mesmo ângulo. Esses dados nos levaram a perceber funcionalidades no transferidor digital diferentes do material concreto transferidor.

Comentário: É possível chegar à conclusão que o aplicativo *Protractor* tem melhores resultados na medida de ângulos de visão, onde todos devem realizar a medida do mesmo local obedecendo o mesmo ângulo de visão. A câmera deve estar fixa em um local, diferentemente do que ocorreu na sala de aula. Cada aluno realizava a medida do ângulo do local e proximidade que lhe achasse mais conveniente. Esse resultado não implica dizer que os alunos realizaram medidas erradas, mas sim que o uso do aplicativo não estava em acordo com a proposta da atividade. Para se explorar melhor as funcionalidades do aplicativo seria necessária uma abordagem inicial sobre ângulo de visão, algo que não foi feito, para em seguida trabalhar nessa perspectiva.

Figura 9 - Atividades desenvolvidas pelos alunos.



Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Alguns alunos, após terem desenhado a estrutura de madeira e confiando na proporção das medidas, passaram a verificar a medida dos ângulos pelo próprio desenho. Neste caso o aplicativo apresentou uma melhor precisão nos resultados de medida dos ângulos, uma vez que o *Protractor* estava próximo do ângulo desenhado.

O terceiro momento dessa ação (09/06/2017), foi planejado visando o uso do mesmo aplicativo. Após serem identificadas algumas particularidades do mesmo, as suas contribuições ficaram limitadas para a ação. Abordando o mesmo conteúdo de ângulo, a atividade proposta foi a construção de gráficos de setores, fazendo uso dos dados fornecidos no *quadro 3 – Resultado quantitativo do teste de tabuada*, produto da 2ª ação realizada com a pesquisa. O roteiro da atividade foi adaptado da proposta do livro didático do 8º Ano de Bianchini (2015, p. 24-25).

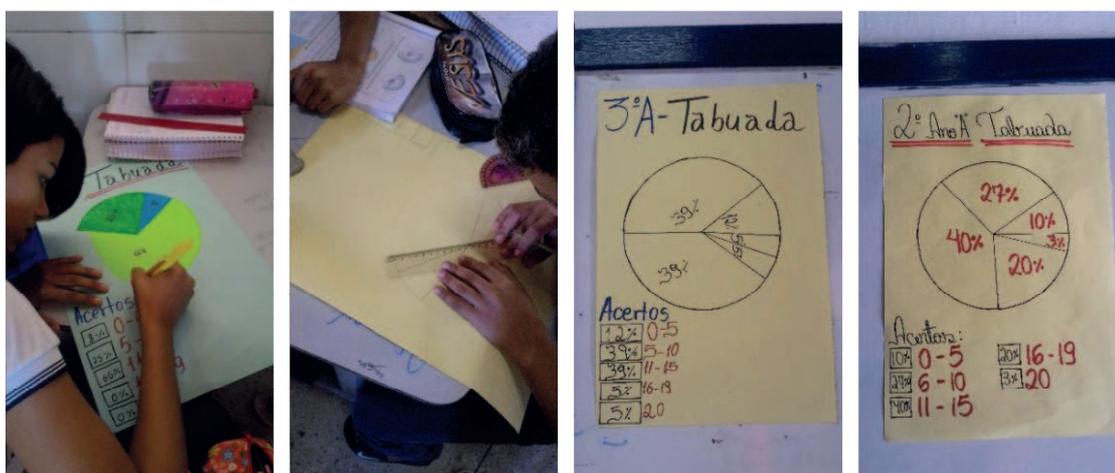
A atividade teve início com a apresentação na *lousa* dos dados extraídos do *quadro 3 – Resultado quantitativo do teste de tabuada*. A turma foi dividida em sete grupos. Cada equipe ficou responsável pela análise dos dados e a construção do gráfico de setores com as informações de uma das sete turmas que participaram do teste de tabuada. Primeiramente os alunos foram orientados a calcular a porcentagem referente a cada intervalo de acertos. Para isso foi necessária uma revisão sobre o conteúdo de porcentagem. Em seguida os alunos tiveram que calcular a medida, em grau, do setor referente a cada uma das partes do gráfico, seguindo as mesmas orientações dadas para o cálculo da porcentagem.

Realizados os cálculos, utilizando cartolina, compasso e transferidor, os alunos identificaram e registraram cada setor com o nome e com a respectiva porcentagem. O número de alunos com o aplicativo para a realização desta atividade foi superior aos da primeira atividade desta ação. Apenas dois alunos tinham compasso, material necessário para traçar a circunferência inicial do gráfico. Para essa construção inicial, o mesmo teve que ser reversado entre todas as equipes.

A tentativa de usar o aplicativo na construção dos ângulos do gráfico de setores não foi bem aceita pelos alunos. A maior dificuldade era motora, uma vez que o *smartphone* ficava sobreposto ao desenho, impossibilitando de marcar na cartolina o ângulo. A tentativa de usar o material concreto transferidor foi vista como solução pelos alunos, deixando o aplicativo de lado.

O avanço que teve na construção dos setores, após fazer uso do material concreto transferidor foi bastante significativo. O número de material concreto transferidor era inferior ao aplicativo. Por meio do compartilhamento do instrumento entre os grupos, todos concluíram a atividade.

Fotografia 04 – Alunos construindo os gráficos de setores



Fonte: Registrada pelo autor.

Finalizada a atividade os gráficos foram fixados no mural de cada sala, para que cada turma tomasse conhecimento dos resultados, levando-os a refletir sobre como está o domínio, individual e coletivo das operações matemáticas. Desta forma,

toda a comunidade escolar passou a ter conhecimento da ação realizada por meio dos resultados expostos nos murais das salas de aulas. O trânsito de alunos entre as turmas foi constante nas primeiras horas, levados pela curiosidade de conhecer os resultados nas turmas dos demais colegas.

Os gráficos de setores apresentados com o final da atividade chamaram a atenção da coordenação pedagógica e direção escolar, ao revelarem informações preocupantes com relação ao ensino e aprendizagem da Matemática, que durante muito tempo vem passando por despercebido aos olhos de toda a comunidade escolar. A ideia de realizar uma atividade coletiva como está, foi plausivelmente elogiada pela coordenação pedagógica e direção escolar, que solicitou acesso aos dados coletados para uma possível reflexão.

Ao fim da atividade, ainda em contato com a sala de aula, aplicamos um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Uma das perguntas do questionário indagava o aluno sobre o seguinte fato: *É possível identificar alguma atividade que pode ser melhor desenvolvida com o uso do aplicativo Protractor? Quais o(s) ponto(s) positivo(s) e/ou negativo(s) identificado(s) ao fazer uso do aplicativo Protractor na realização das atividades?* Parte desse questionamento foi motivada pelo fato de em alguns momentos da atividade os alunos apresentavam preferência pelo uso do aplicativo *Protractor* e em outros momentos o material concreto transferidor. Extraídas do nosso banco de dados da pesquisa, temos as seguintes respostas.

A23 - Sim, ele facilita quando medimos alguma coisa alta, como uma torre, etc.

A24 - O transferidor digital facilitou em algumas partes que são altas para medir e é muito mais fácil e mais rápido;

A25 - Sim, por que fica mais fácil usar o transferidor digital. Se você for medir a torre da igreja é melhor usar o transferidor digital;

A26 - Sim, medi o ângulo de coisas muito altas que não alcançamos;

A27 - O bom é que pode medir coisas grandes e o ruim é que não tem como medir algumas coisas, mas eu acho melhor o aplicativo;

A28 - O ponto positivo é que pode fazer cálculos de lugares com longa distância. E o negativo é que se você tremer não faz o cálculo;

A29 - Positivo: usar o do aplicativo digital foi muito bom e proporcionou novas experiências em Matemática;

Por meio desses comentários fica claro que os alunos entenderam que uma das potencialidades do aplicativo consiste em verificar ângulos representados em grandes alturas, chegando a citar algumas possibilidades, a exemplo da torre da igreja. A dificuldade dos alunos em manipular o aplicativo devido falta de habilidade motora, onde o aluno identifica como ponto negativo o fato de que ao tremer você não conseguir realizar a medida do ângulo. Mesmo apresentando vários pontos negativos a experiência em trabalhar com o aplicativo foi válida, uma vez que a nossa pesquisa tem o intuito de verificar de que forma o aplicativo pode contribuir para o ensino de Matemática, não tendo como garantia inicial pontos positivos.

Tanto para o aluno quanto para o professor, este aplicativo é visto como uma ferramenta didática tecnológica que vem virtualizar um instrumento de medida, proporcionando-o novas funções, a exemplo do cálculo de ângulos de visão. O diferencial entre o material concreto transferidor e o aplicativo *Protractor*, está na forma como manuseá-lo e em quais situações utiliza-lo. O professor conhecendo ambas as ferramentas, deve solicitar o uso do aplicativo apenas na realização de atividades em que o mesmo seja capaz de suprir alguma necessidade do material concreto transferidor, potencializando o uso do aplicativo. No que diz respeito ao processo avaliativo ambas as ferramentas podem ser exploradas, desde que a atividade avaliativa contemple o seu uso de forma a não comprometer o processo, adequando-se as potencialidades e limitações de cada uma das ferramentas.

4.2.2.4 Construindo tabelas e projetando gráficos da função afim com o App Desmos

Conteúdo: Função Afim

Recursos: livro didático, *notebook*, *DataShow* e *smartphone*.

Artefato tecnológico: App 5 - Desmos

Instituição de Ensino: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), Cajazeiras-PB

Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio

Objetivo: Elaborar tabela, analisar dados, plotar pontos e esboçar o gráfico de função para análise do seu comportamento de acordo com a variação dos coeficientes.

Carga Horária: 6 aulas de 45 min
Período: 12 a 19 de junho de 2017

App Desmos: Permite a abordagem gráfica de funções matemáticas, permitindo a organização algébrica dos dados por meio de tabelas. A manipulação dos coeficientes e alteração direta na janela gráfica é característica que influencia fortemente a adesão ao uso dessa ferramenta tecnológica. A exemplo da função afim, podemos explorar a mesma por meio de tabela para organização das coordenadas, em seguida esboçar o gráfico, manipular os coeficientes, permitindo verificar as propriedades de cada um deles. De forma geral esse aplicativo representa significativamente o plano cartesiano, algo abstrato no estudo da Matemática, permitindo uma melhor compreensão por parte dos alunos do que está sendo estudado.

A ideia dessa ação foi trabalhar com alunos do ensino médio, explorando o uso de aplicativos nessa fase da educação básica, mais especificamente 1º ano ao estudarem as Funções. A atividade foi realizada no decorrer de 6 aulas de 45 minutos cada, trabalhado o conteúdo de Função Afim. A sequência das aulas foi baseada no planejado pelo professor de Matemática da turma. Para a turma escolhida, a nossa experiência como professor pesquisador acontece com as aulas de Física, ficando as aulas de Matemática a cargo de outro professor da escola.

Ao manter contato com o professor de Matemática da turma, o conteúdo planejado para o período de intervenção da pesquisa era Função Afim. Assumimos as aulas em 12/06/2017, abordando o conteúdo de forma expositiva e dialogada, baseado no livro didático da turma Souza (2013). O contato já existente com a turma, ao lecionarmos a disciplina Física, permitiu um aviso prévio sobre o momento de ministrarmos algumas aulas de Matemática utilizando um aplicativo para projetar gráfico de funções. Neste momento, orientamos sobre a necessidade do uso do *smartphone* e/ou *tablete* para as próximas aulas de Matemática. Para isso, informamos aos alunos que deveriam realizar o *download* do aplicativo *Desmos*.

Ao chegarmos na sala de aula, verificamos a posse de *smartphone* e/ou *tablet* por parte alunos. O resultado quantitativo foi significativo. Os alunos que por motivos justificáveis não estavam com o aplicativo, chegaram juntos a outro colega para explorar o artefato tecnológico, durante a aula. Iniciamos as duas primeiras aulas, explorando a situação-problema inicialmente apresentada no início do *capítulo 3* –

Função Afim (SOUZA, 2013). Em seguida apresentamos a lei de formação geral da Função Afim e suas classificações em linear, identidade e constante.

Espera-se que os alunos já tenham contato com o estudo de funções, resultado de sua abordagem no 9º ano do ensino fundamental. Explorando a situação-problema inicial, organizamos os dados em uma tabela feita na *lousa*, para facilitar a percepção das regularidades existentes nos dados, facilitando o processo de chegada à lei da formação da Função Afim que corresponde ao problema. Neste momento fez-se necessário o uso do aplicativo, tendo em vista a exploração inicial de umas de suas ferramentas, a construção de tabelas.

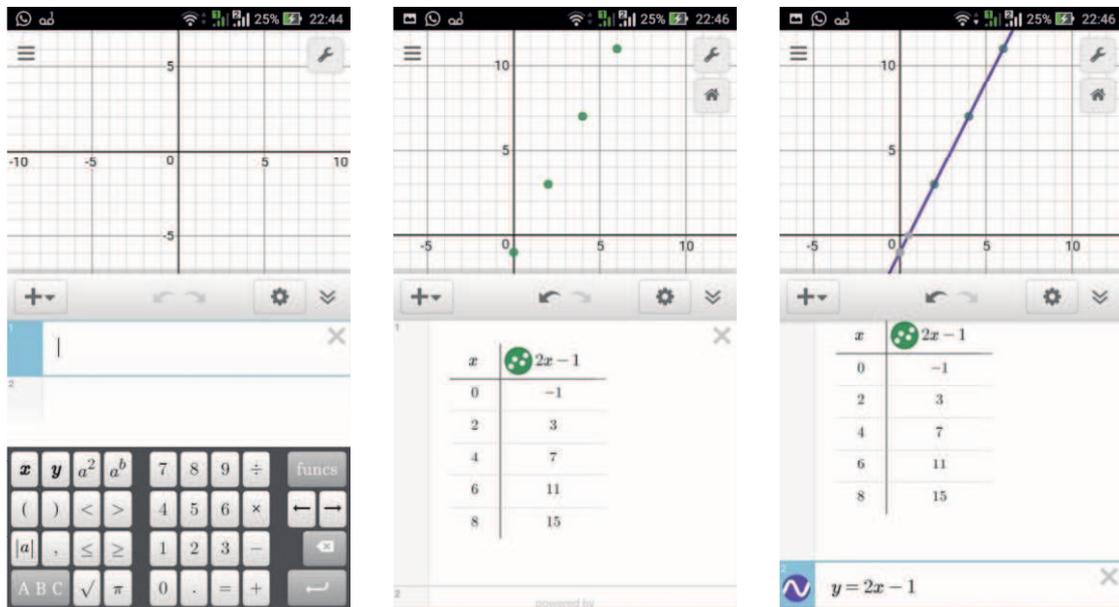
Antes de explorar o aplicativo, fizemos uma apresentação de suas ferramentas. Os alunos não apresentaram muitas dificuldades em manipular o aplicativo, isso porque ao fazerem o *download* anteriormente a aula, movidos pela curiosidade, já vinham explorando as suas ferramentas. Para uma melhor visualização do aplicativo por toda a turma, com o uso do *Datashow* espelhamos o *display* do *smartphone* na *lousa*, facilitando o manuseio do aplicativo e a interpretação dos dados durante a explanação do conteúdo, por toda a turma ao mesmo tempo.

Para a projeção, foi necessário o uso de outro aplicativo *Gerenciador de telefone Apower* (*download* gratuito e disponível nas lojas virtuais), devidamente instalado no *smartphone*. Em seguida conectamos o *smartphone* ao *notebook* via USB ou *wifi*. Para a transferência dos dados o *notebook* deve ter instalado o *software Gerencidor de smatphone da Apower*. Atendendo as orientações do *software* é possível espelhar na tela do *notebook* o *ecrã* do *smartphone* e/ou *tablete*. Em seguida projetamos o *desktop* do *notebook* por meio do *DataShow*.

O aplicativo *Desmos* permite ao interessado criar tabelas e explorar gráficos de funções de diversas naturezas. A interatividade proporcionada pelo aplicativo permite aos alunos plotar pontos, esboçar gráficos, manipular pontos e gráficos por meio do toque ou alteração dos coeficientes da função. Inicialmente a sua interface apresenta duas janelas, uma gráfica com o plano cartesiano e outra algébrica, onde você cria tabelas, notas, expressões e pastas. A medida que se explora a janela algébrica, os dados vão sendo ao mesmo tempo representados no plano cartesiano. Conteúdos como funções afim, quadrática, modular, exponencial, logarítmica e trigonométrica, as cônicas, coordenadas polares, retas paramétricas, estatística, curvas, cálculo de

derivadas e integrais podem ser explorados de forma algébrica e gráfica por meio desse aplicativo.

Figura 10 - Interface do aplicativo *Desmos*.



Fonte: Ecrã do *smartphone* do autor.

Ao usar a ferramenta tabela e informar os dados, os alunos perceberam a familiaridade entre a tabela construída na lousa e a formulada pelo aplicativo, ao mesmo tempo foram vendo modificações na janela gráfica, onde os pontos eram plotados a cada dado informado na tabela, fazendo a associação necessária. Após explorar os dados da tabela, no campo indicado abaixo da mesma, solicitamos aos alunos que digitassem a função utilizada para a construção da tabela. Como resultado tivemos o esboço do gráfico na função passando pelos pontos plotados pela tabela anterior, que ainda estavam identificados na janela gráfica do aplicativo.

Dando continuidade à aula, o uso do aplicativo para a abordagem dos conteúdos seguintes foi de suma importância, uma vez que a exploração do gráfico da função estava constantemente presente. Concluímos o primeiro dia de aulas com a análise do comportamento do gráfico da Função Afim e seus coeficientes. No decorrer de toda aula, fizemos uso do *DataShow* promovendo uma visualização ampliada do aplicativo por todos os alunos que manipulavam paralelamente no seus *smartphones*.

Nas duas primeiras aulas, foi necessário o uso da projeção via *DataShow*, para a acompanhamento da manipulação das ferramentas do aplicativo por todos. Como a familiarização com o aplicativo foi favorável, para as aulas seguintes a exploração do conteúdo foi feita de forma que cada aluno fez a exploração individual do aplicativo, baseado em nossas orientações e nas funções expostas na *lousa*. No momento em que algum aluno não conseguia usar corretamente a ferramenta e/ou apresentavam dados em desacordo com o que estava sendo explorado e debatido pelos demais, a intervenção e auxílio do professor fez-se necessário. A cada conteúdo explorado os alunos sentiam-se cada mais estimulados a estudá-lo ficando surpresos com os resultados obtidos.

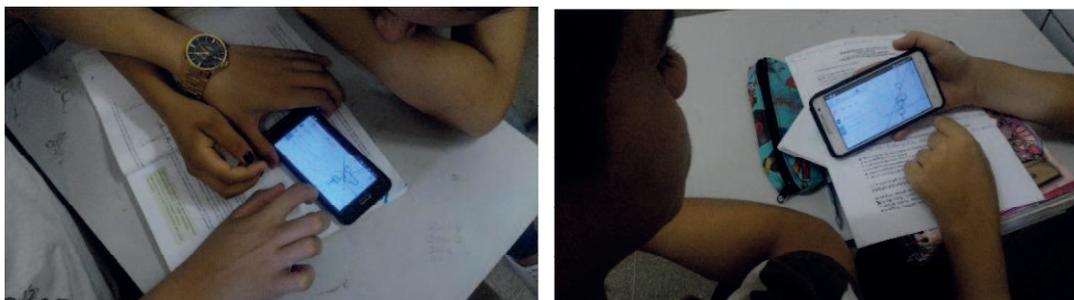
No segundo dia de aulas (14/06/2017), abordamos o zero da Função Afim foram e a classificação da Função Afim em crescente e decrescente, levando em consideração a variação dos coeficientes manipulados na janela algébrica alterando o comportamento da reta na janela gráfica do aplicativo. O passo-a-passo do conteúdo foi feito por meio de uma interação harmoniosa entre professor, aluno e aplicativo. Inicialmente informávamos um conjunto de funções para os alunos projetarem seus gráficos no aplicativo. É possível visualizar o comportamento de vários gráficos da função ao mesmo tempo. Em seguida, movido por diálogo os alunos iniciavam questionamentos que aos poucos iam direcionando a formação dos conceitos estudados.

Os alunos não ficavam satisfeitos em ver apenas as representações dos gráficos por meio da projeção feita *lousa*, eles sentiam-se mais seguros quando conseguiam os mesmos resultados no seu *smartphone*. Alguns alunos aos poucos iam descobrindo outras ferramentas ao manipular o aplicativo. Isso foi motivo de pausa algumas vezes, tendo em vista que os alunos ficavam ansiosos para contar a novidade para os demais. Dentre essas características identificadas pelos alunos, estavam a possibilidade de mudar a cor do gráfico, representá-lo em linha contínua ou pontilhada, usar linhas de grade ou não no plano e a manipulação da escala por meio de zoom resultante da manipulação *touchscreen* da tela do *smartphone*.

Alguns alunos não estavam com o aplicativo nas aulas iniciais. Ao perceberem a interação e as contribuições na aprendizagem proporcionado pelo uso do aplicativo, não quiseram ficar apenas à mercê da visualização. Passaram a portar o *smartphone* com o aplicativo até o fim das aulas. A exploração do conteúdo foi feita pelo próprio

aluno. Por meio do debate coletivo, os próprios alunos na maioria dos casos foram capazes de perceber as relações existentes, ao projetar vários gráficos ao mesmo tempo e manipular seus respectivos coeficientes.

Fotografia 05 – Alunos manipulando o aplicativo *Desmos*



Fonte: Registrada pelo autor.

Concluída a exploração do conteúdo, no dia 19/06/2017, nas duas aulas finais do nosso período de pesquisa, aplicamos um exercício escrito para verificação da aprendizagem do conteúdo. Os alunos ficaram à vontade para usar o aplicativo. Tal atividade foi planejada na perspectiva de exploração das funcionalidades do aplicativo na resolução de uma situação-problema. Os dados do problema apresentavam valores altos, e estava voltada para a interpretação das informações, por meio dos coeficientes e gráfico da função. Vejamos a atividade a seguir.

Situação-Problema – Uma máquina produz um tipo de peça destinada às montadoras de automóveis. Essa máquina tem um custo fixo diário de b reais mais R\$ 7,50 por peça produzida.

- a) Sabendo que a produção diária de 500 peças por sua máquina gera um custo de R\$ 3 900,00, calcule o valor de b .*
- b) Escreva a lei da função que permite calcular o custo c para se produzir p peças.*
- c) Qual a variável dependente e a variável independente?*
- d) Construa uma tabela de valores que relacione as variáveis c custo e p preço.*
- e) Classifique a função em afim, linear, constante ou identidade.*
- f) Construa o gráfico da função que representa esse problema.*
- g) Supondo que o custo fixo diário fosse de R\$ 50,00, ao analisar o gráfico da função o que poderíamos dizer em relação ao coeficiente angular e linear e o comportamento das retas.*

h) Em certo dia a máquina apresentou problemas e cada peça produzida com defeito foi descontado do custo fixo da máquina. Qual a lei da função que representa esse novo comportamento da máquina.

i) Classifique as funções em crescente e decrescente e justifique.

j) Qual quantidade de peças com defeitos devem ser produzidas para que o custo seja de R\$ 0,00? Analise graficamente e diga o que esse valor representa.

k) A partir de quantas peças produzidas com defeito o proprietário da máquina terá um saldo negativo.

Comentário: A atividade desenvolvida foi avaliada quantitativamente. O professor de Matemática da turma, solicitou que a atividade desenvolvida correspondesse a segunda nota no 2º bimestre, sendo avaliada de 0 a 10 pontos. Analisada a resolução da situação-problema, os resultados foram todos acima da média 7,0, nos permitindo avaliar como satisfatória a ação realizada na turma. Desta feita, sem o aplicativo os alunos levariam mais tempo para construir o gráfico necessário para resolução do problema e conseqüentemente mais tempo para analisá-los, estando-os mais vulneráveis a erros de dados e escala, por exemplo. O uso do aplicativo favoreceu a interpretação dos dados e otimização do tempo, alcançando os objetivos da atividade proposta.

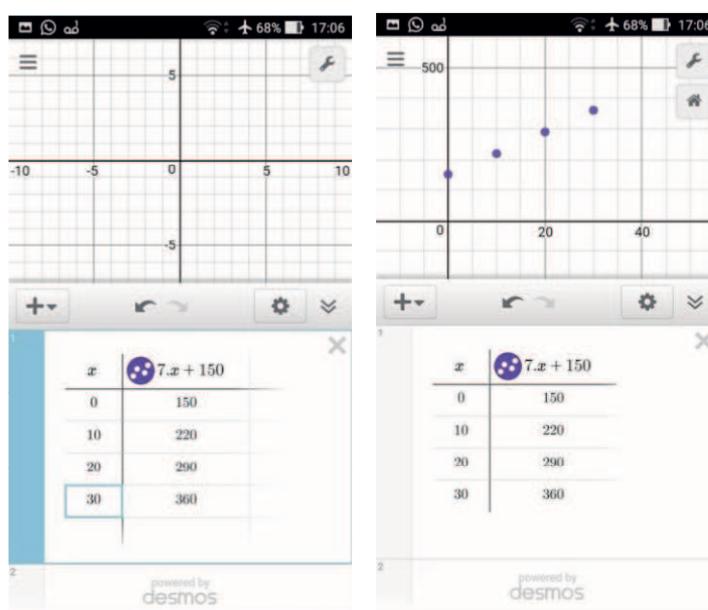
Durante toda a abordagem do conteúdo de Função Afim utilizando o aplicativo *Desmos* e ao fim com a atividade apresentada aos alunos, pudemos explorar ideias matemáticas acerca do conteúdo em estudo. Para a construção de alguns conceitos o uso de aplicativo não foi necessário, a exemplos das atividades *a*, *b* e *c* da situação-problema apresentada anteriormente acima. Inicialmente nosso intuito estava voltado para a capacidade do aluno em interpretar a linguagem verbal e por meio dela chegar aos resultados dos questionamentos feitos utilizando a linguagem algébrica.

A exploração do aplicativo se dá inicialmente com o uso com a construção de tabelas, auxiliando os alunos a organizar os dados fazendo uso da linguagem numérica, para se chegar aos resultados do problema. Ao mesmo tempo em que o aluno explora os dados da tabela, ele é capaz de perceber padrões e ideias que envolve o conceito de Função Afim, como por exemplo, a medida que se varia 10 unidades de peças produzidas o valor a ser pago varia em R\$ 75,00. Outra possível interpretação que pode ser feita a parti da construção da tabela, diz respeito a forma como os pontos são plotados na janela gráfica do aplicativo. De forma intuitiva o aluno pode chegar à conclusão que união dos pontos vai formar uma reta, característica

ímpar de uma Função Afim. Desta forma o aluno fica diante da linguagem verbal proposta no enunciado da situação-problema, da linguagem numérica ao analisar os dados da tabela e da linguagem gráfica ao analisar os pontos plotados no plano cartesiano.

Outro fator de importante auxílio na exploração do gráfico da função, faz referência a escala utilizada para esboçar o gráfico. Uma atividade como esta acarreta sérios problemas aos alunos no momento de esboçar o gráfico. A nossa proposta em utilizar um valor para o coeficiente b bem mais alto do que se está acostumado a trabalhar, foi justamente para permitir aos alunos, por meio do aplicativo, trabalhar com valores tão alto em um espaço tão pequeno. De início a escala configurada pelo aplicativo não permitiam aos alunos identificarem os pontos plotados na janela algébrica.

Figura 11 - Interface do Aplicativo *Desmos*.



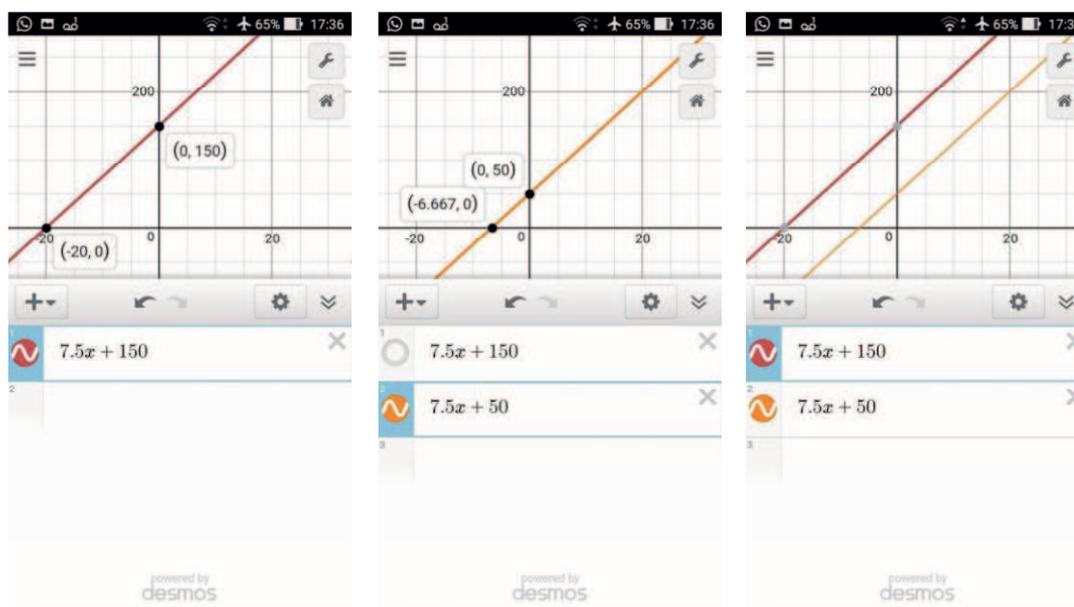
Fonte: Ecrã do *smartphone* do autor.

Alguns alunos começaram a questionar o porquê de os pontos não estarem aparecendo, chegando a questionar o aplicativo quanto a sua eficiência. Nesse momento intervimos pedindo aos alunos que movimentassem a janela algébrica por meio do *touchscreen*. Em seguida exploramos ideias relacionadas à como utilizar a

escala no momento da construção de gráficos de funções. Essa atividade só teve possível realização no tempo pré-estabelecido pelo fato dos alunos estarem usando o aplicativo. A partir do momento que solicitássemos aos alunos que construíssem a tabela e em seguida o gráfico da função, o tempo seria insuficiente, ao mesmo tempo em que muitas dificuldades iriam surgir tendo em vista os valores dos coeficientes da função.

Por meio do esboço do gráfico, pudemos trabalhar as ideias gráficas da Função Afim, referente ao comportamento do gráfico, o coeficiente angular e o coeficiente linear. Em um certo momento da situação-problema, mais especificamente na atividade *g* e *h*, propomos uma nova situação-problema baseada na anterior. Por meio da linguagem verbal os alunos foram induzidos a formular uma nova lei de formação que atendessem a proposta do problema, transitando entre a linguagem verbal e algébrica. Em seguida fizemos uso e exploração da linguagem gráfica para trabalharmos ideias relacionadas ao coeficiente angular e linear, como também o zero da Função Afim.

Figura 12 - Interface do Aplicativo *Desmos*



Fonte: *Ecrã do smartphone do autor.*

A todo tempo o aplicativo veio a atender o objetivo da aula, sendo alvo constante de comentários positivos por parte dos alunos, tanto pelas ferramentas disponíveis no aplicativo como também a dinâmica da aula, tornando o momento mais

instigante a aprendizagem. Posteriormente ao fim da atividade, ainda mantendo contato com a sala de aula por ser professor de Física na mesma, aplicamos um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Uma das perguntas do questionário indagavam o aluno sobre o seguinte fato: *O uso do aplicativo foi capaz de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo estudo? Quais o(s) ponto(s) positivo(s) e/ou negativo(s) identificado(s) ao fazer uso do aplicativo Desmos no decorrer das aulas?*

Com base nos dados extraídos do nosso banco de dados da pesquisa, todos os alunos se mostraram favorável, afirmando que o uso do aplicativo contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem da Função Afim. As respostas aqui apresentadas, mostram a aceitação da ação fazendo uso do aplicativo *Desmos*. Os alunos deixam transparecer em registros escritos as potencialidades por eles identificadas no decorrer das aulas. Em relação aos pontos negativos, os mesmos não foram priorizados nas respostas dos alunos.

A30 – É um ótimo aplicativo para funções afim e funciona mesmo sem internet. Nem todos entendem bem é questão de tempo. Na aula de Matemática ele ajuda muito e vai direto ao ponto que você quer;

A31 - Não vi pontos negativos em relação ao aplicativo. O aplicativo nos ajuda, nos fez vê que não é impossível fazer um gráfico ou uma tabela, sem contar que fizemos tudo mais rápido e de forma bem mais dinâmico. Eu particularmente adorei esse novo método de ensino;

A32 - Muitos pontos positivos! O aplicativo ajuda no aprendizado e também é muito fácil de utilizar. É bom saber que a tecnologia pode influenciar nos nossos estudos, que podemos contar com a sua ajuda para o nosso desenvolvimento em sala. O aplicativo é muito prático e essencial, ajudou muito;

A33 - As aulas foram legais devido ao uso do aplicativo! Esse aplicativo ajudou muito na aula e também ficou mais fácil entender o conteúdo. Não precisa ficar fazendo gráfico da função a todo tempo, basta colocar a função no aplicativo e manipular o gráfico da função. Essa ideia do professor ajudou muito;

A34 - Sim, os pontos positivos é a forma como fica mais fácil de estudar os gráficos e também induz os jovens a ter mais interesse nas aulas. Não há nenhum ponto negativo;

As respostas dos alunos deixam clara a aceitação do aplicativo no auxílio ao ensino de função afim. Isso é possível por meio da interatividade proporcionada pelo aplicativo e as diversas possibilidades de trabalhar a função. Em algumas falas é

possível perceber que alguns alunos não tinham conhecimento de aplicativos dessa natureza matemática, como também não tinham presenciado o uso dessa tecnologia móvel a favor do processo de ensino e aprendizagem.

O papel do aluno diante de uma metodologia que contemple o uso de aplicativos, mais especificamente no caso em estudo, é se familiarizar com a ferramenta tecnológica, percebendo que a finalidade não está em lhe poupar os cálculos e sim auxiliar na interpretação das informações algébricas e gráficas. Desenvolver essa postura, permitirá o aluno explorar cada vez o aplicativo favorecendo a sua aprendizagem matemática, por meio da interatividade, mobilidade e otimização do tempo. Uma vez desenvolvida a habilidade de construção manuscrita do gráfico, o aplicativo poderá ser explorado sem risco de comprometer essa fase do processo de ensino e aprendizagem.

No tocante ao papel do professor, quando se resolve inserir o uso desse aplicativo na sua prática pedagógica para explorar o conteúdo de função afim, o mesmo deve estar atento sobre o momento certo de utilizar, estando certo de que boa parte dos alunos já tenham desenvolvido habilidades tais como, a construção e organização dos dados em tabela, a manipulação algébrica dos algoritmos e a construção de gráficos de função. Não estamos realizando essa ação para mostrar que o aplicativo deve ser explorado a todo tempo da aula, mais sim nos momentos pertinentes orientados pelo professor, de modo a permitir o aluno a interpretação do conteúdo de forma manuscrita e digital.

Uma característica favorável à prática do professor ao fazer uso do aplicativo em sua aula diz respeito à otimização do tempo. Quando se pretende analisar uma característica por mais simples que seja em um gráfico, a representação do mesmo na *lousa* é essencial para uma melhor interpretação por parte dos alunos. Essa atividade requer tempo e habilidade motora para o esboço do gráfico, algo que é facilmente trabalhado com o aplicativo, otimizando o tempo e proporcionando maior precisão na análise dos dados, tanto algébrica como gráfica.

A mediação da aula requer do professor um diálogo constante com os alunos, tornando-os protagonistas da sua própria aprendizagem, uma vez que estão com uma ferramenta capaz de lhe proporcionar aprendizagem mediante a sua manipulação e curiosidade em aprender, frente às orientações do professor. A importância de

descrever as informações interpretadas, deve ser orientada a todo tempo pelo professor, de forma a tornar a aprendizagem ainda mais significativa, não ficando apenas na visualização dos dados interpretados.

No processo avaliativo o aplicativo desempenha um papel importante a partir do momento que o aluno começa a manipulá-lo. Cada dado interpretado instiga o aluno a procurar mais informações e com base no que já aprendeu, vai construindo o seu próprio conhecimento. Em processos avaliativos quantitativos o uso do aplicativo deve ser pensando em paralelo com a elaboração do exercício de verificação da aprendizagem. O seu uso será pertinente em atividades que o mesmo não seja capaz de maquiá-las algumas habilidades de manipulação algébrica do conteúdo, ou que a interpretação da representação gráfica seja priorizada no momento da avaliação.

De forma geral, a ação até aqui descrita fazendo uso do aplicativo *Desmos*, foi capaz de atender aos objetivos das aulas. Com isso podemos perceber que os alunos foram capazes de construir conceitos e ideias sobre o conteúdo de Função Afim, uma vez que os mesmos foram capazes de estabelecer relações entre grandezas por meio de uma Função Afim, calcularam o valor numérico de uma Função Afim, foram capazes de resolver o problema apresentado na avaliação final envolvendo a Função Afim, interpretaram e esboçaram gráficos de Funções Afim, compreenderam a ideia e em seguida determinaram o zero de uma Função Afim, compreenderam a relação entre os coeficientes de uma Função Afim e o seu gráfico e por fim chegaram a analisar uma Função Afim quanto ao seu crescimento ou decréscimo.

A função afim, foi apenas uma forma de explorar o aplicativo e verificar a existência ou não de potencialidades no ensino de Matemática. Por meio dessa experiência, o mesmo pode ser usado na exploração algébrica e gráfica de diversos conteúdos já citados anteriormente, desde que o professor tenha um contato inicial com o aplicativo, antes durante e após o planejamento de sua prática pedagógica, de modo que o aplicativo venha explorar e não inibir competências e habilidades matemáticas dos alunos.

4.2.2.5 Estudando a Função Afim com o App Matemática elementar móvel

Conteúdo: Função Afim

Recursos: livro didático e *smartphone*

Artefato tecnológico: App 6 – Matemática Elementar Móvel

Instituição de Ensino: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), Cajazeiras-PB.

Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio

Objetivo: Estudar o conteúdo de função afim.

Carga Horária: 4 aulas de 45 min

Período: 14 a 19 de Junho de 2017

App Matemática Elementar Móvel: Permite a aprendizagem de conteúdos matemáticos de forma fácil e móvel. Apresenta informações sobre os seguintes conteúdos: conjuntos numéricos, intervalos, potenciação, radiciação, produtos notáveis, funções e inequações. Após a abordagem do conteúdo o próprio aplicativo propõe um exercício para verificar a aprendizagem.

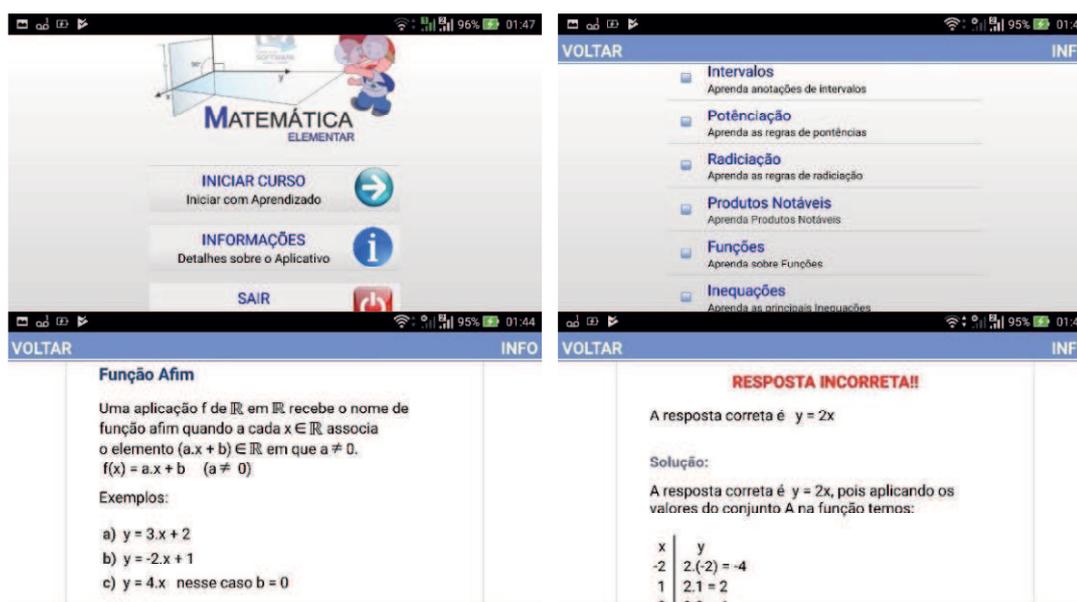
A 6ª ação realizada com o mesmo público da ação 5, alunos de uma turma de 1º Ano do Ensino Médio da Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba). A medida que o conteúdo de Função Afim foi sendo explorado, conforme descrito na ação 5, apresentamos a nova ação, trabalhando ambas em paralelo. A intervenção de apresentação do aplicativo Matemática Elementar Móvel se deu na aula do dia 14/06/2017, enquanto os alunos exploravam o aplicativo *Desmos*. Em contato anterior com a turma, já havíamos solicitado o *download* do aplicativo para este momento.

O Aplicativo Matemática Elementar Móvel foi apresentado aos alunos, ficando a cargo dos mesmos a exploração na intenção revisar conceitos e reforçar ideias acerca da Função Afim. Para as aulas seguintes, avisamos aos alunos sobre a aplicação de um exercício para a verificação da aprendizagem referente ao estudo da Função Afim. Para esse momento, além de usar o aplicativo *Desmos*, como relatado na ação 5, poderiam também fazer o uso do aplicativo Matemática Elementar móvel.

O objetivo em apresentar o aplicativo no momento da aula, não estava na exploração imediata do mesmo por parte do professor. O aplicativo funciona como um suporte a mais para os alunos no momento de estudar o conteúdo. Além do livro didático, com a exploração do aplicativo o aluno ganha mais aliada que expõem os conteúdos matemáticos e propõem atividades. Dessa forma, diferentemente do livro didático, com o aplicativo o aluno pode ter acesso a qualquer momento ao conteúdo que se deseja estudar. Com isso, esperávamos que os alunos o utilizassem com esse intuito.

Diferentemente dos demais aplicativos trabalhados até aqui, a forma como aplicativos dessa natureza se comportam não permite muita interatividade entre professor, aluno e aplicativo. O Aplicativo apresenta o conteúdo tal qual os alunos podem encontrar em seu livro didático. Em alguns casos apresentam limitações de conteúdo e ao final propõe a resolução de alguns exercícios. De forma bem direta o conteúdo é apresentado, por meio de definições e exemplos, sempre usando a linguagem matemática. O Matemática Elementar Móvel traz um curso de Matemática Elementar abordando conjuntos numéricos, intervalos, potenciação, produtos notáveis, funções, inequações. Ao fazer uma abordagem geral do conteúdo de funções, contemplando a função afim, ao fim do tópico traz exercícios objetivos, apresentando a resposta correta caso o aluno escolha opção errada.

Figura 13 - Interface do aplicativo Matemática Elementar Móvel



Fonte: Ecrã do smartphone do autor.

Esperávamos que ao fim das aulas do dia 14/06/2017 os alunos fizessem uso do aplicativo, e para as aulas seguintes alguns relatos fossem proferidos sobre a exploração do mesmo. Chegada as aulas do dia 19/06/2017 o quantitativo de alunos que se sentiram instigados e conseqüentemente estavam de posse do aplicativo foi inferior ao se imaginava, apenas 2 alunos. Outros alunos no momento da aula realizaram o *download*. Mesmo assim não foi possível comprovar o uso dos mesmos

a favor da aprendizagem, pois não conseguimos observar os alunos recorrerem ao aplicativo para sanar alguma dúvida.

A indicação do aplicativo foi dada como suporte de conteúdos caso o aluno em algum momento de estudo tenha dúvidas. A mobilidade proporcionada pelo uso do *smartphone* permite ao aluno estudar com o aplicativo a qualquer hora e em qualquer momento. O mesmo feito não é possível, quando o aluno tem apenas o livro didático para consulta e estudo do conteúdo. Já percebemos a dificuldade dos alunos em trazerem o livro didático para a sala de aula. Na maioria das vezes, preferem tirar fotografias das páginas do livro de algum colega que trouxe para acompanhar a aula e/ou realizar as atividades.

Comentário: Uma das causas que pode ter gerado a falta de interesse por parte dos alunos em explorar o aplicativo, está no fato de a aula estar seguindo a sequência do conteúdo proposta pelo livro didático. Para se obter melhores resultados com o aplicativo, uma sugestão seria planejar a aula levando em consideração a forma como o aplicativo aborda o conteúdo, permitindo-o a mesma funcionalidade que tem o livro-didático nas aulas.

O aluno, ao fazer uso do aplicativo conta com uma espécie de versão digital do livro didático, o que hoje chamamos de *e-book*. O mesmo está apto em dar suporte contínuo ao aluno em qualquer momento, seja dele dentro ou fora da sala de aula, na hora da explicação ou na hora do lanche, ou seja, sempre que o aluno queira estudar ou apresente alguma dúvida. A possibilidade de verificar a sua aprendizagem por meio dos exercícios propostos é uma característica a mais para esse tipo de aplicativo. Cabe ao aluno aproveitá-lo no embasamento de informações sobre o conteúdo em estudo.

Em experiências como esta, o professor precisa ver o aplicativo da mesma forma que o livro didático, seja no planejamento metodológico ou no momento da aula. Abordar o conteúdo por meio do aplicativo é uma forma de explorá-lo permitindo ao aluno explorar suas ferramentas. A dosagem entre aplicativo e livro-didático também pode ser planejada, de modo a não induzir o aluno a pensar que o aplicativo tem a

intenção de substituir o livro didático, mas sim complementar e colaborar com a prática pedagógica.

Dependendo da forma avaliativa proposta pelo professor, informada por meio do planejamento, o aplicativo pode ser útil ou não. O mesmo já é capaz de permitir ao aluno se auto avaliar por meio dos exercícios proposto com direito a autocorreção, apresentando passo a passo a resolução da questão. Se a avaliação permitir consulta a algum material didático, o aplicativo irá contribuir no fornecimento de informações sobre o conteúdo, mas se a atividade avaliativa tem o objetivo de verificar a aprendizagem sem que o aluno tenha acesso a consulta, o uso do aplicativo pode alterar os dados quantitativos.

De forma geral, não foi possível perceber por parte dos alunos a mesma interação de outras ações ao descrevermos a ação 6. Os alunos não se sentiram motivados a fazer uso do aplicativo, não por falta de incentivo. Como a ação 6 aconteceu na vigência das mesmas aulas da ação 5, os alunos estavam manipulando dois aplicativos ao mesmo tempo. A interatividade proporcionada pelo aplicativo *Desmos* pode ter inibido o uso do aplicativo *Matemática Elementar Móvel*. Essa prática não inviabiliza o uso de aplicativos informativos ou conteudistas. Como consequência apresenta sugestões críticas relacionado a um repensar da elaboração de práticas pedagógicas dessa natureza.

4.2.2.6 Jogos Matemáticos em aplicativos

Conteúdo: Operações matemáticas (Adição, subtração, multiplicação e divisão)

Recursos: Atividade impressa e *smartphone*

Artefato tecnológico: App 7 – Math Jump e App 8 – Math Parking

Instituição de Ensino: Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba), Cajazeiras-PB.

Público-alvo: 5º Ano do Ensino Fundamental I

Objetivo: Estimular o domínio das operações matemáticas por meio de jogos eletrônicos em *smartphones* ou tablets.

Carga Horária: 2 horas de aula.

Data: 20 de Junho de 2017

Aplicativo Math Jump: É um jogo onde o participante terá que mover o seu *smartphone* ou tablet de modo que leve ao topo, o boneco que

carrega consigo uma operação matemática, chegando a estourar o balão que corresponde ao resultado da operação. O aplicativo trabalha as quatro operações matemáticas separadamente, permitindo ao participante acumular pontos a cada acerto e tentar quebrar recordes anteriores.

Aplicativo Math Parking: apresenta várias opções de abordagem das operações matemáticas, trabalhando cada uma delas individualmente, duas por vez ou todas ao mesmo tempo, exigindo do participante um grau de domínio mais elevado. O jogo consiste em estacionar carros em uma das dezesseis vagas no estacionamento. Os carros carregam consigo as operações matemáticas, enquanto que os estacionamentos apresentam os possíveis resultados. O grau de dificuldade do jogo é selecionado inicialmente e vai determinar quantidade de carros que devem ser estacionados e a velocidade dos mesmos. O jogador deve ficar atento no momento de traçar o percurso de estacionamento do carro para não correr o risco de colidir com os demais carros que estão no jogo aguardando a vaga de estacionamento correspondente ao resultado da operação.

Tendo as atividades anteriores contempladas turmas do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio, a ação 7 foi planejada visando atender o ensino de Matemática nas séries iniciais, onde o ensino dessa ciência fica a cargo dos professores pedagogos. Sendo crianças, os alunos do Ensino Fundamental I são motivados facilmente pelo uso de jogos sejam eles materiais ou digitais. Apoiando nessa realidade, a ação foi trabalhada em uma turma de 5º Ano da Escola C (Rede privada de ensino da Paraíba) em Cajazeiras-PB. A atividade trabalhada explorou as operações matemáticas de adição, subtração, multiplicação e divisão por meio de dois aplicativos em forma de jogos eletrônicos.

Os jogos, sejam eles de natureza concreta ou digital, tem o poder de atrair fortemente a atenção dos alunos. Os alunos alvo de nossa pesquisa nesse momento são Nativos Digitais de acordo com Prensky (2010). Como base nessa característica, nos questionamos sobre o aprendizado por meio de *games* e como resposta Prensky (2010) nos apresenta resultados de pesquisa que o permite afirmar que existem grandes evidências de que os *games* produzem aprendizado.

Em contato anterior à aula, com a professora regente da turma, apresentamos a proposta de ação, consequência da minha pesquisa. A todo o momento a mesma se mostrou favorável à ideia, contribuindo significativamente para a realização da aula.

Na escola em estudo, o uso do *smartphone* é proibido, principalmente para alunos do ensino fundamental I. Já conhecendo a realidade escolar, sabíamos que esse fato não seria empecilho para a realização da prática, uma vez que já tínhamos lecionado anteriormente, conhecendo a direção e parte dos professores.

No momento inicial de apresentação da proposta de pesquisa, a professora da turma, por meio de uma conversa informal demos os primeiros passos em direção ao planejamento da ação mediante a apresentação da realidade da turma por parte da professora. Organizamos uma atividade que contemplasse o tempo de aula logo após o intervalo, em média 2 horas de aula. A professora, apresentou a disponibilidade de dias que seria mais viável para a execução da ação, sendo determinando o dia 20/06/2017. Ao apresentar os aplicativos que estaríamos usando no momento da aula, a professora assumiu o compromisso de passar os informes para os alunos.

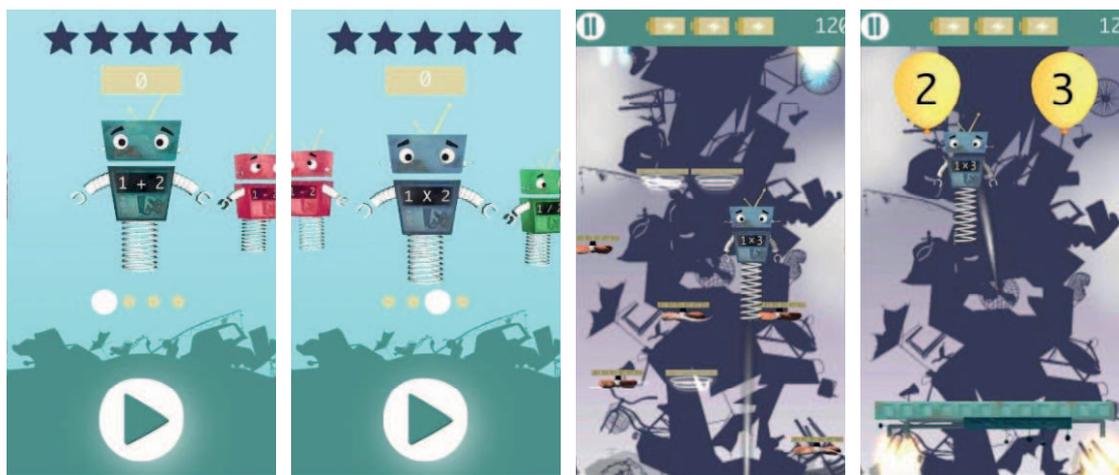
Os alunos foram avisados previamente sobre o uso do *smartphone* e/ou *tablet* para a realização da atividade no dia específico e foram orientados pela professora da turma, sobre como proceder e quais aplicativos baixar. Os pais também foram informados sobre a necessidade de os filhos portarem *smartphone* e/ou *tablet* para fins educacionais na sala de aula, no dia previamente planejado e avisado. Da mesma forma a direção escolar foi avisada sobre a ação e a necessidade do uso das tecnologias por parte dos alunos.

Dias antes do estabelecido para a realização da ação 7, a professora solicitou aos alunos que fizessem o download dos aplicativos *Math Jump* e *Math Parking*, para que os mesmos fossem se familiarizando ficando à vontade para já irem explorando os jogos. Ambos os aplicativos abordam as operações matemáticas, diferenciando apenas no nível de dificuldade ao propôs as operações matemáticas, permitindo a abordagem individual de cada operação, associada em dupla, ou todas as operações aleatoriamente.

O *Math Jump* é um jogo que requer do participante coordenação motora e conhecimentos das operações matemáticas. Consiste em movimentar o *smartphone* e/ou *tablete* de modo a fazer com que o boneco, contendo uma operação matemática, escale até o topo de uma plataforma que contém dois balões com possíveis resultados para a operação. O boneco deve estourar o balão que representa o resultado correto da operação matemática. O participante tem o tempo de chegar até o topo para

calcular o resultado da operação. A cada jogada são acumulados pontos tendo a oportunidade de três erros. A operação matemática deve ser selecionada antes de iniciar o jogo, selecionando uma operação matemática por vez.

Figura 14 - Interface do aplicativo *Math Jump*



Fonte: Ecrã do smartphone do autor.

Figura 15 - Interface do aplicativo *Math Parking*



Fonte: Ecrã do smartphone do autor.

O aplicativo *Math Parking* é um jogo no qual sua interatividade consiste em estacionar carros. Antes de iniciar o jogo o participante deve selecionar qual ou quais

operações matemáticas trabalhar entre as opções apresentadas. Em seguida escolhe o grau de dificuldade, sendo ele iniciante ou experiente. Os carros vão surgindo apresentando uma operação matemática, eles devem ser direcionados para o estacionamento. O estacionamento contém 16 vagas, cada uma delas com um valor numérico. O jogador deverá traçar o caminho que o carro fará até o estacionamento que contém o valor numérico que responde a operação matemática. Deve estar atento para não haver colisão entre os carros e não estacionar na vaga errada, fazendo o jogador perder pontos.

Ao manter contato com a turma no dia determinado para a realização da ação 7, antes mesmo de me apresentar pude perceber a grande parte dos alunos com *smartphone* ou *tablet* sobre a carteira. O comprometimento da professora da turma com a prática, foi de suma importância para a realização plausível da mesma. Ao apresentar-se, os alunos ansiosos pelo início da aula, começaram a lançar informações sobre os aplicativos. Alguns comentaram já ter usado em casa o aplicativo, qual dos dois aplicativos tinha gostado mais e o quanto estava sendo divertido estudar Matemática.

Em um diálogo inicial, questionei sobre o domínio das operações matemáticas e as principais dificuldades dos alunos em tabuada. Multiplicação e divisão foram citadas por quase todos da turma. A prática foi realizada em três momentos. Iniciamos com o aplicativo *Math Jump*. Em seguida o aplicativo *Math Parking*. Finalizamos com uma atividade escrita para avaliar o domínio das operações de multiplicação e divisão por parte dos alunos.

Explorando o aplicativo *Math Jump*, solicitamos aos alunos que abrissem o aplicativo e selecionasse apenas a operação de multiplicação, ficando à vontade para iniciar o jogo. Foi dado um certo tempo para que os alunos jogassem. Como o jogo apresenta pontuação, logo os alunos começaram a comparar os resultados e desenvolver um espírito competitivo, querendo sempre atingir pontuações mais altas. Com isso, pudemos perceber alguns alunos com um bom domínio das operações matemáticas. Concluído o tempo e comparado as pontuações, pedimos que fizessem uso do aplicativo para explorar a operação divisão, e assim pudemos observar o mesmo comportamento, interação e competitividade entre os alunos.

Fotografia 06 – Alunos explorando os aplicativos *Math Jump* e *Math Parking*.



Fonte: Registradas pelo autor.

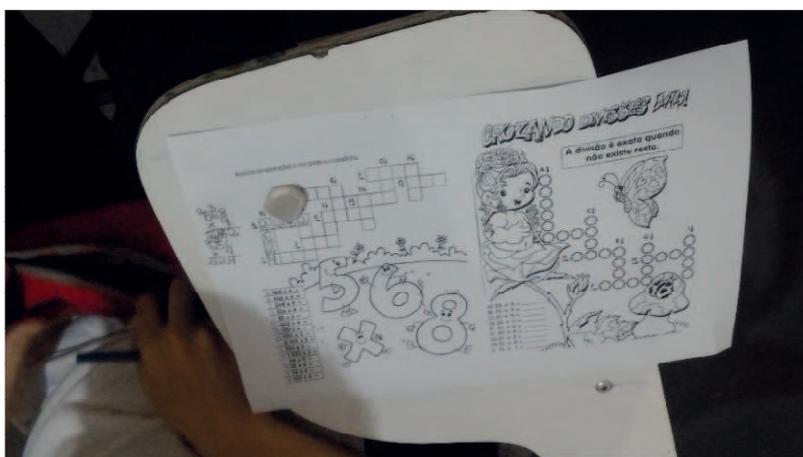
Após explorar as operações de multiplicação e divisão com o *Math Jump*, é chegada a hora usar o segundo aplicativo proposto para a aula. Ao propor a exploração do próximo aplicativo, de forma verbal alguns alunos consideram o *Math Parking* como um jogo mais difícil, comparado ao anterior, e realmente é. O aplicativo *Math Parking* apresenta um número maior de possíveis respostas a operação, diferentemente do *Math Jump* que só apresentavam duas. Outro fato é que o aplicativo exige do aluno trabalhar com várias operações ao mesmo tempo. O tempo também é levado em consideração, uma vez que os carros não podem colidir nem tão pouco entrar no estacionamento errado.

Mediante essas observações e depoimentos dos alunos sobre suas dificuldades ao usar o *Math Parking*, iniciamos a prática selecionando, a pedido dos alunos, as operações de multiplicação e divisão ao mesmo tempo. As dificuldades apresentadas pelos mesmos não consistem em manipular o aplicativo. Mas sim, o fato do jogo requerer um maior domínio das operações matemáticas. Por ser um jogo, os alunos não desistem facilmente. Isso faz com que a aprendizagem das operações matemáticas seja cada vez mais explorada a cada rodada, permitindo ao aluno desenvolver um maior domínio do conteúdo.

Para concluir a nossa ação, na intenção de verificar o domínio das tabuadas de multiplicação e divisão, aplicamos uma atividade escrita, sem necessidade do uso dos aplicativos. A atividade consiste em resolver operações colocando os resultados em locais específicos de uma cruzadinha. Na cruzada da multiplicação o resultado da operação deveria ser representado utilizando os algarismos, enquanto que, na cruzada da divisão exata o resultado seria representado por extenso, completando os quadradinhos com o nome do algarismo.

Devido ao tempo, não foi possível fazer a correção da atividade com os alunos. A professora da turma ficou encarregada do feito para a próxima aula. Não foi possível ter um controle do tempo durante toda a aula, uma vez que a empolgação dos alunos ao fazer uso dos aplicativos, tirou-nos a noção de tempo. Mesmo assim, a execução da ação não foi comprometida pelo tempo, atendendo o objetivo da ação em utilizar o aplicativo como recurso auxiliar no desenvolvimento do domínio das operações matemáticas.

Fotografia 07 – Alunos realizando a atividade cruzada.



Fonte: Registrada pelo autor.

Ao fim da ação, ainda em contato com a sala de aula, aplicamos um questionário escrito, colhendo algumas informações sobre a ação realizada. Uma das perguntas do questionário indagavam o aluno sobre o seguinte fato: *O uso do aplicativo foi capaz de contribuir para a aprendizagem das operações matemáticas?* Como resposta extraída do nosso banco de dados da pesquisa, todos os alunos

confirmaram terem aprendido mais as operações matemáticas ao terem feito uso dos aplicativos.

Ao questionar sobre a dificuldade com a tabuada, alguns alunos afirmaram não ter dificuldade, enquanto que a maioria disse ter dificuldade com a tabuada. Dos que apresentam dificuldades, uns disseram ter mais dificuldade com a divisão, outros com a multiplicação, enquanto que nos deparamos com alunos que afirmam terem dificuldades em ambas as operações. Ainda no mesmo questionário, solicitamos os alunos: *Descreva a sua experiência com o uso dos aplicativos e o aprender matemática*. Os resultados foram significativos para a pesquisa.

As respostas são favoráveis a prática. Deixa transparecer o interesse pelos jogos e o aprender matemática brincando com o uso das tecnologias. Anseiam por mais aulas desse tipo, fugindo do tradicional e usando recursos além do livro didático. Os alunos evidenciam a capacidade de aprenderem com os próprios erros ao jogar, onde alguns alunos mesmo não tendo usado o aplicativo na aula, por meio da observação dos colegas conseguem perceber pontos positivos ao concluir essa ação. Dentre as descrições feitas pelos alunos, destacamos as seguintes, que reforçam e confirmam as ideias aqui já previamente apresentadas.

A35 - Gostei muito dos aplicativos, mas eu gostei mais do Math Jump porque o Math Parking é difícil, mas é errando que se aprende com certeza vou jogar mais;

A36 - Eu achei bem legal, o jogo me ajudou bastante na Matemática, a aula ficou mais divertida, porque é muito chato só no livro, gostei muito da aula, achei bem divertida, queria mais aulas assim;

A37 - Eu já joguei esse jogo com um amigo e eu já conheço outros jogos e eu queria que tivesse outras aulas assim;

A38 - Eu gostei muito, deveria ter mais aulas assim. Infelizmente joguei só o Math Jump, mas pela experiência achei que me ajudou bastante e é uma forma de aprender se divertindo. Poderia melhorar, marcando os recordes feitos em cada rodada. Eu dou 5 estrelas aos dois jogos, são excelentes e ajudam no aprendizado de uma criança de qualquer idade;

A39 - Sim, eu gostei e queria que tivesse isso mais vezes eu não joguei, mas eu vi meus amigos jogando e é interessante. Queria isso novamente;

A40 - Gostei bastante, dos dois aplicativos além de se divertir ajuda a aprender várias operações da Matemática. Os aplicativos Math Jump e Math Parking é uma ótima tecnologia principalmente para quem tem dificuldade. Aprendi cada vez mais, adorei a aula;

Para o aluno, o uso do aplicativo incentiva ainda mais o estudo das operações matemáticas, movido pela interatividade proporcionada pelos jogos eletrônicos. Nesse caso, a aprendizagem acontece sem que o aluno a perceba, sendo aprimorada a cada vez que se faz uso do aplicativo tentando atingir novos recordes de pontuação. O aluno a todo tempo está se auto avaliando, sem necessidade de cobrança por parte de terceiros, tornando-se autônomo da sua própria aprendizagem referente às operações matemáticas.

O professor deve usar aplicativos dessa natureza, como auxiliar a sua prática pedagógica. Após trabalhar as operações matemáticas é favorável o incentivo desses aplicativos para desenvolver nos alunos cada vez mais o domínio das operações matemáticas. É um recurso que pode ser explorado na sala de aula, além dos muros das escolas, com a mesma proporção que os alunos utilizam aplicativos de jogos de outra natureza. Nesse caso o professor ganha um aliado quando objetiva por parte dos alunos o desenvolvimento de tal conhecimento matemático.

Para o processo de avaliação o aplicativo pode ser utilizado como instrumento numa perspectiva de avaliação tanto individual como coletiva. Ambos os jogos apresentam pontuações e quantidade limitada de erros, podendo ser analisado quantitativamente a aprendizagem. Ao utilizar os aplicativos a avaliação ela acontece paralelamente ao jogar, uma vez que o aluno está percebendo o que errou e tentando acertar na intenção de melhores resultados, sendo considerada uma auto avaliação do jogador.

A avaliação quantitativa individual mediada pelo professor, consiste na análise de pontuações feitas pelos alunos a cada jogada. O mesmo acontece se o interesse for uma avaliação coletiva da turma. A análise deve se dar com base nas pontuações obtidas pelos alunos em cada rodada do jogo. Para que esses dados forneçam resultados coerentes com a prática, os jogadores têm de estarem diante de uma jogada onde a operação trabalhada e o tempo para resposta seja o mesmo. Esses critérios precisam ser previamente estabelecidos pelo professor e caso necessário conferido junto ao aluno.

De forma geral, podemos perceber que aliar o conteúdo matemático ao uso de aplicativos, em especial de natureza lúdica é bastante favorável para alunos desse nível de ensino. O aprender brincando é algo que facilita e promove a aprendizagem

de conteúdos matemáticos. Quando abordados de forma eletrônica podem contribuir ainda mais no processo de ensino e aprendizagem. Aplicativos como esses podem ser usados por alunos de qualquer ano da educação básica, como também por qualquer pessoa que se sinta interessada em testar seus conhecimentos ou desenvolve-los ainda mais.

4.2.3 Reflexão das ações da pesquisa: novos rumos

Chegamos a esse momento da pesquisa, com a convicção de que as atividades até aqui desenvolvidas (O material concreto geoplano e *App Geoplano Digital*; Teste de tabuada com o *App Math Flash Cards*; Resolvendo exercícios com *App Teorema de Tales*; Projetando e medindo ângulos com o *App Protractor*; Construindo tabelas e projetando gráficos da função afim com o *App Desmos*; Estudando a função afim com o *App Matemática Elementar Móvel*; Jogos Matemáticos em aplicativos) serviram para elucidar ideias a respeito do uso desses recursos na sala de aula de Matemática nos preparando para melhor utilizar a tecnologia móvel a favor do processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho com o *App Geoplano Digital* nos preparou para chegarmos até aqui de forma plausível, para que não viéssemos a cometer os erros inicialmente identificados ao chegarmos na nossa sala de aula. Isso não significa dizer que ficamos imune as falhas, uma vez que outras limitações surgiram com o decorrer da pesquisa. Em alguns momentos essa limitação foi oriunda da falha do nosso planejamento, como por exemplo a atividade trabalhada com *App Protractor*. Mesmo assim, pontos positivos merecem destaque, como a mobilidade e ludicidade que esses aplicativos levaram à sala de aula, mudando sua a dinâmica de forma a tornar a aprendizagem mais prazerosa, fato esse corroborado pelos depoimentos de vários alunos.

Nem todos os aplicativos tiveram a mesma capacidade de atrair a atenção dos alunos, a exemplo o *App Matemática Elementar Móvel*. A esse fato podemos atribuir algumas possíveis justificativas, dentre a interface do aplicativo que não se apresentava de forma dinâmica, trazendo em sua maior parte apenas textos informativos sobre o ensino da função afim, ao mesmo tempo nos preocupamos em

pensar que a pouca aceitação do aplicativo por parte dos alunos tenha se dado pelo fato do mesmo ter sido trabalhado em paralelo com *App Desmos*, que facilmente foi capaz de despertar o interesse em aprender por parte dos alunos.

Algumas dessas conclusões são evidenciadas nesse momento para enfatizar a responsabilidade que o aplicativo *Desmos* assume a partir desse momento com a pesquisa. O tempo destinado para a realização de todas as atividades da pesquisa, até aqui descritas, em alguns casos restringiu a exploração de determinadas ferramentas do aplicativos, mas foi um tempo suficiente para conseguir identificar nossas possibilidades de explorar determinado conteúdo por meio desse aplicativo, que foi o caso do *App Desmos*.

Com base nisso, percebemos que esse não seria o fim das atividades, pois as potencialidades e limitações identificadas nos aplicativos explorados nos impulsionaram a alicerçar ideias ainda mais sólidas a cerca do aplicativo *Desmos*, ao abordar o ensino da álgebra por meio das múltiplas representações (FRIEDLANDER; TABACH, 2001), a qual permite o aluno transitar na busca por conceitos, mais especificamente do ensino de funções.

Voltando o nosso olhar para a exploração do conteúdo por meio da resolução de exercícios via aplicativo *Desmos*, visamos uma ação pedagógica que integre os recursos tecnológicos, a resolução de problemas e as múltiplas representações, de modo que nenhuma iniba a presença da outra, levando em consideração o que diz Silva e Andrade (2016, p.26) em relação aos recursos tecnológicos e a resolução de problemas.

Esses recursos permitem que os alunos se concentrem mais num fazer matemático investigativo e reflexivo do que apenas na realização de cálculos. Para isso, é necessário que situações-problema propostas aos alunos pelo professor em sala de aula ou a partir deles próprios possam engajá-los num processo de exploração e proposição de problemas, indo além da própria resolução e da busca da solução do problema, levando-os a ficarem cada vez mais entusiasmados com esse processo e o fazer matemático como um todo.

A forma como trabalhamos o aplicativo *Desmos* na *Etapa II* nos faz ver que precisamos explorar ainda mais essa capacidade de contribuir para a resolução de

problemas de forma a potencializar ainda mais esse momento, trazendo contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. Isso por que já conseguimos identificar até esse momento da pesquisa a capacidade dinâmica do aplicativo em trabalhar as múltiplas representações no momento em que um aluno faz uso do mesmo para resolver um problema. Desta forma, as ações pedagógicas apresentadas na etapa final de nossa pesquisa, buscara contemplar a exploração do conteúdo paralelamente ao uso do aplicativos *Desmos* resolvendo problemas que permitam ao aluno transitar pelas múltiplas representações no ensino de funções.

Sendo assim, apresentaremos a seguir a etapa final de nossa investigação, que não exclui ou minimiza a qualidade dos demais aplicativos utilizados na pesquisa, apenas procura evidenciar o aplicativo *Desmos* dentro das suas múltiplas possibilidades de favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

5 O APLICATIVO *DESMOS* E O ENSINO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA (*Etapa III*)

Neste capítulo, apresentaremos como as atividades foram desenvolvidas na culminância de nossa pesquisa. As atividades até aqui desenvolvidas serviram de suporte para chegarmos a esse momento da pesquisa, por meio de um amadurecimento da ideia de trabalharmos com uma aprendizagem móvel com o uso específicos de aplicativos de *smartphones* na Matemática. Tendo tomado posse do *smartphone*, dentre as tecnologias móveis, ousamos nesse momento, selecionar entre os aplicativos educacionais o *Desmos*, para fortalecer ideias a respeito das suas contribuições e limitações no ensino da Matemática.

Dividida em três momentos, em sua parte final, selecionamos um dos aplicativos trabalhados na Etapa II – Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades, para averiguar ainda mais as suas potencialidades. A escolha do aplicativo *Desmos* entre os demais, se deu pelo fato do mesmo dispor de uma quantidade maior de ferramentas, que não foram possíveis ser exploradas na primeira ação, ao mesmo tempo em que o aplicativo permitia a abordagem de diversos conteúdos matemáticos.

Outro fator importante que nos influenciou na escolha do aplicativo *Desmos* para esse momento da pesquisa, é o fato do mesmo ser um aplicativo que pode ser explorado à medida em que abordamos o conteúdo, diferentemente de outros aplicativos que nos permitiam a sua exploração na sala de aula após a abordagem do conteúdo em estudo. Com as atividades planejadas e desenvolvidas, iremos analisar a capacidade do aplicativo em permitir ao aluno a construção de ideias e conceitos matemáticos.

O aplicativo selecionado e, conseqüentemente, o conteúdo por ele explorado, contará com um número maior de aulas, de forma a tentar contemplar toda a abordagem do conteúdo, tomando por base o livro didático utilizado pela turma em estudo.

A atividade aplicada não tem o intuito de explorar o aplicativo por meio do conteúdo, mas sim explorar o conteúdo fazendo uso do aplicativo, sempre que necessário. Isso nos levará a identificar em quais momentos esse recurso contribui positivamente no processo de ensino e aprendizagem.

5.1 O APLICATIVO *DESMOS* AUXILIANDO O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FUNÇÃO QUADRÁTICA

Conteúdo: Função Quadrática

Recursos: livro didático e *smartphone*

Artefato tecnológico: App 5 - Desmos

Instituição de Ensino: Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba), Cajazeiras-PB.

Público-alvo: 1º Ano do Ensino Médio

Objetivo: Identificar as contribuições do uso do aplicativo *Desmos* no processo de ensino e aprendizagem da Função Quadrática.

Carga Horária: 19 aulas de 45 minutos

Período: 07 a 21 de Agosto de 2017

A ação foi realizada na mesma turma a qual exploramos o aplicativo *Desmos*, voltado ao ensino de Função Afim, na Parte II de nossa pesquisa. Para essa ação contamos com 19 aulas de 45 minutos distribuídas entre os dias 07 e 21 de agosto de 2017. A turma de 1º Ano da Escola B (Rede estadual de ensino da Paraíba) contava com o mesmo quantitativo de 18 alunos. As aulas foram planejadas com base na sequência de abordagem do conteúdo proposto pelo livro didático (SOUZA, 2013). O Conteúdo explorado foi Função Quadrática, seguindo o planejamento anual da disciplina.

Por meio das análises das atividades desenvolvidas na Etapa II da pesquisa, mais especificamente envolvendo o aplicativo *Desmos*, percebemos um ambiente favorável para o desenvolvimento de atividades que estimulem o uso das múltiplas representações (verbal, numérica, algébrica e gráfica) tornando o ensino da álgebra ainda mais significativo, com base nas ideias de Friedlander e Tabach (2001) acerca das vantagens e desvantagens de cada representação, na tentativa de superar as limitações por meio da abordagem de múltiplas representações ao mesmo tempo.

A dinâmica de exploração do conteúdo se deu por meio de atividades desenvolvidas pelos alunos, de forma escrita, fazendo uso do aplicativo *Desmos*. A medida que forem sendo desenvolvidas as atividades, manipulando sempre que necessário o aplicativo, o aluno será capaz de construir conceitos matemáticos referentes ao estudo da Função Quadrática tais como: utilizar Função Quadrática para relacionar grandezas; calcular o valor numérico de uma função quadrática; resolver

problemas envolvendo Função Quadrática; Compreender e esboçar o gráfico de uma Função Quadrática; Estabelecer relações entre os coeficientes de uma Função Quadrática e a forma do gráfico correspondente; determinar e compreender geometricamente o zero de uma função quadrática; compreender e determinar as coordenadas do vértice do gráfico de uma função quadrática; analisar o sinal de uma função quadrática. Ao todo foram realizadas 8 atividades, sendo a última responsável por explorar os conceitos anteriormente estudados.

5.1.1 Aula inicial: trabalhando a Função Quadrática

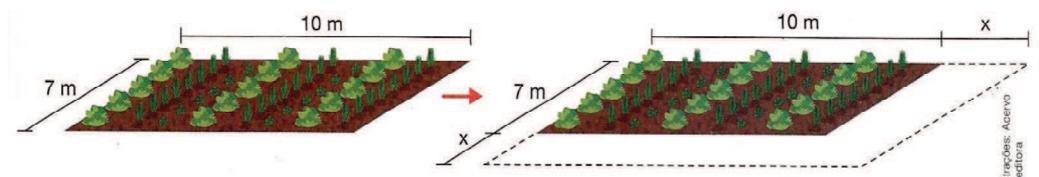
Aulas 01 (Data 07/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Conceito de Função Quadrática

Uma das formas de se trabalhar as múltiplas representações (FRIEDLANDER; TABACH, 2001) no ensino da álgebra é abordando inicialmente por meio de situação-problema, pois em sua natureza interpretativa faz uso da linguagem verbal, ao tentar resolver faz uso da linguagem numérica e/ou algébrica, como também a depender da proposta de ensino apresentada envolver a linguagem algébrica seja no enunciado ou na resposta. A proposta de abordarmos inicialmente o conteúdo por meio da resolução de problema está alicerçada na ideia de autores, a exemplo de Allevato e Onuchic (2014), ao questionar o perigo da resolução de problemas ser tratada como uma atividade que os alunos só tenham contato após a introdução de um novo conceito, ou após o treino de alguma habilidade, sendo a Matemática ensinada separada de suas relevantes aplicações e a resolução de problema vista como forma de dotar a teoria de algum significado prático. Desta forma, iniciamos a abordagem do conteúdo explorando a seguinte situação-problema:

Situação-Problema: As hortas comunitárias são ótimas alternativas de ocupação para terrenos baldios, espaços muitas vezes utilizados como depósitos de entulhos. Essas hortas oferecem alimentos frescos e saudáveis aos moradores locais, além de, em alguns casos, servirem como fonte de renda. Em certa horta

comunitária, um canteiro de verduras retangular será ampliado em uma mesma medida, tanto no comprimento quanto na largura, como mostra a figura.



Fonte: Souza (2013, p. 115).

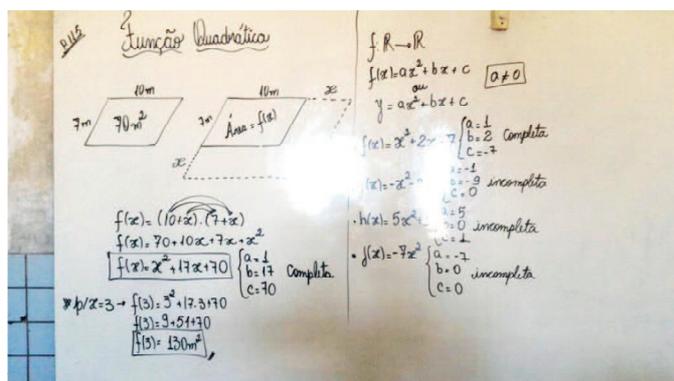
Comentário: A primeira dificuldade encontrada ao explorar a situação-problema foi a falta de conhecimento dos alunos acerca do cálculo da área de regiões retangulares. Se algum aluno sabia, esse conhecimento não foi manifestado. Para isso, tivemos que fazer uma abordagem inicial acompanhassem melhor a resolução do problema.

A abordagem inicial da situação-problema, como forma de apresentar e explorar o conteúdo, foi aceita da forma como se apresenta no livro didático pelo fato de esta em consonância com Schoen (1995, p. 139), ao comungarmos das mesmas ideias de aplicações da álgebra a partir do instante que afirma:

Se é para levar a sério as aplicações da álgebra, elas devem constituir uma parte importante do conteúdo, e não meras observações de final de capítulo. [...] As situações do mundo real podem ser utilizadas para estabelecer a necessidade de muitos tópicos de álgebra. De certa maneira, isso inverte a ordem que se segue, geralmente, ensinando conceitos e procedimentos algébricos antes das aplicações.

Por meio da exploração da situação-problema, chegamos a representação da área desse canteiro após a ampliação em função da medida x indicada. A fórmula $f(x) = x^2 + 17x + 70$, corresponde à lei da função que expressa a área da região ampliada. Com isso, passamos a calcular a área do canteiro adotando alguns valores de x sugeridos pelos próprios alunos. Caracterizado a mesma como uma Função Quadrática, apresentamos a sua definição identificando cada coeficiente.

Fotografia 8 – Exploração da situação-problema na lousa



Fonte: Registrada pelo autor.

Usando a *lousa*, expomos vários exemplos de Funções Quadráticas, para juntamente com os alunos identificarmos os coeficientes a , b e c . Em seguida, analisando os coeficientes já determinados, classificando as Funções Quadráticas em completa e incompleta. Feito isso, questionamos o fato de em nenhum dos casos o coeficiente a ser igual a 0. Inicialmente, os alunos não souberam responder, permanecendo em silêncio. Começamos a fazer alguns questionamos buscando a interação entre os alunos.

Ao simularmos na *lousa* a substituição do coeficiente a pelo 0, em uma das funções apresentadas, ao analisarem alguns alunos disseram: *o expoente 2 irá sumir e a equação não vai ser mais do 2º grau*. Neste momento a discussão girou em torno da obrigatoriedade do coeficiente $a \neq 0$ para que a função seja do 2º grau. Essa abordagem inicial motivada pela exploração da situação-problema contemplou todo o tempo da primeira aula. Até o momento não fora necessário o uso do aplicativo *Desmos*, estávamos familiarizando os alunos com a função quadrática através de aplicações. A exploração da função quadrática se deu em seguida com as atividades desenvolvidas.

5.1.2 Atividade 1: Tabela de dados e gráfico da Função Quadrática

Aula 02 (Data 07/08/2017)

Conteúdo desenvolvido na aula: Gráfico da Função Quadrática

Dando continuidade à aula, abordamos o gráfico da Função Quadrática. Além da resolução de problemas, na atividade anterior, existem outras estratégias que são fundamentais para o ensino da álgebra, na qual tentaremos priorizar nas atividades a seguir, com base em Schoen (1995, p. 141), ao enfatizar que:

Os alunos precisam aprender estratégias para resolver problemas. Usar tabelas, fórmulas e gráficos; identificar o que se procura e o que é dado; traduzir frases em nossa língua para símbolos algébricos; testar respostas com as condições do problema - são estratégias que devem ser enfatizadas ao longo de todo o curso. Quando o ensino se concentra na resolução de problemas, parece haver pouca necessidade de separar um tempo para esses processos heurísticos. Como muitos desses processos são modelados e usados regularmente, os alunos logo se familiarizam com eles.

Os alunos da turma já tinham o domínio de construção de gráficos de funções. Para a realização da atividade proposta sugerimos o uso do aplicativo *Desmos*. Heid (1995) *apud* Friedlander e Tabach (2001, p.175, tradução nossa) diz que “com a aprendizagem da álgebra, o uso de computadores contribui consideravelmente para a promoção de múltiplas representações.”¹² Desta forma, buscamos com a exploração dessas atividades permitir ao aluno transitar pelas diferentes representações ao mesmo tempo solidificando suas ideias e construindo conceitos sobre o conteúdo em estudo.

A atividade proposta consiste em abordar o gráfico da Função Quadrática analisando em vários domínios, levando ao aluno identificar as características do comportamento do seu gráfico. A atividade escrita foi entregue aos alunos, divididos em 6 grupos com 3 alunos cada, que permaneceram organizados até o fim da ação.

Atividade 1 - De maneira semelhante à função afim, podemos construir o gráfico de uma função quadrática utilizando a ideia de representar pares em um plano cartesiano.

1.1 Utilizando o *App Desmos* construa uma tabela com $f(x) = x^2$, utilize os seguintes domínios:

$$D(f) = \{x \in \mathbb{R} / -4 \leq x \leq -1\}$$

¹² With álgebra learning, the use of computers contributes considerably to the promotion of multiple representations (HEID, 1995 *apud* FRIEDLANDER; TABACH, 2001, p.175).

$$D(f) = \{x \in \mathbb{R} / -2 \leq x \leq 2\}$$

$$D(f) = \{x \in \mathbb{R} / 0 \leq x \leq 4\}$$

1.2 Esboce o gráfico da função correspondente a cada domínio apresentados acima.

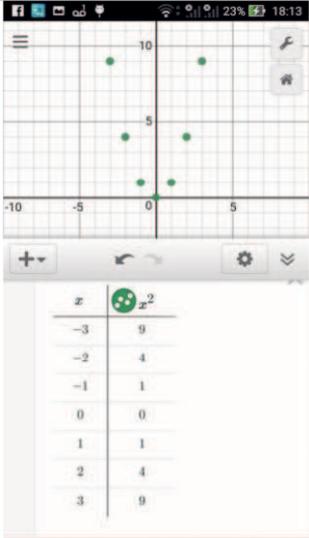
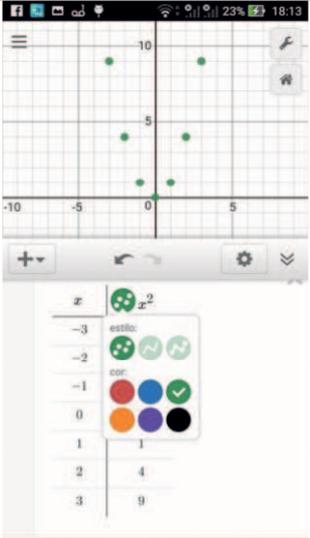
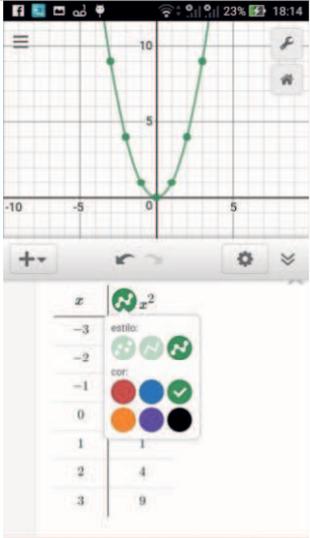
1.3 Esboce o gráfico da função para $D(f) = \{x \in \mathbb{R} / x \leq 0\}$ e em seguida compare com $D(f) = \{x \in \mathbb{R} / x \geq 0\}$. Faça as suas observações.

1.4 Quais informações podem ser obtidas analisando as atividades acima desenvolvidas em relação ao gráfico da função quadrática.

Ao iniciarem a atividade, percebemos que nem todos os alunos estavam com o aplicativo, porém em todas as equipes o mesmo estava sendo explorado. Começaram a surgir dúvidas a respeito da exploração de algumas ferramentas do aplicativo. Em alguns casos a dúvida era oriunda da maioria dos alunos, sendo feita uma explanação geral, enquanto que outras, ao nos dirigirmos até o local da equipe de alunos, conseguimos sanar as dificuldades.

Ao realizarem a *Atividade 1.1* os alunos da Equipe 1, identificaram uma característica no aplicativo que até então não conhecíamos. Ao construírem a tabela e atribuírem valores de acordo com o domínio informado, os pontos foram automaticamente plotados na janela gráfica do aplicativo. O que não sabíamos é que o aplicativo também oferece a opção de esboçar o gráfico da função utilizando apenas as informações da tabela. Basta pressionar o ícone que fica ao lado função na primeira linha da segunda coluna da tabela, conforme podemos ver abaixo.

Quadro 04 – Roteiro de exploração das ferramentas do aplicativo pela EQ1.

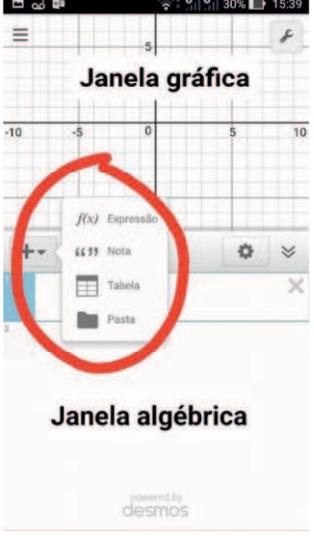
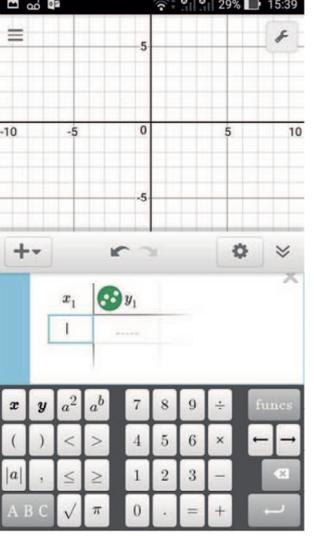
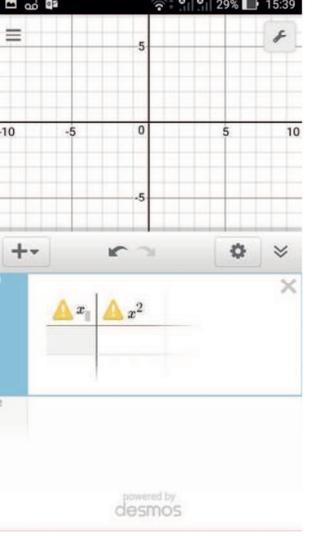
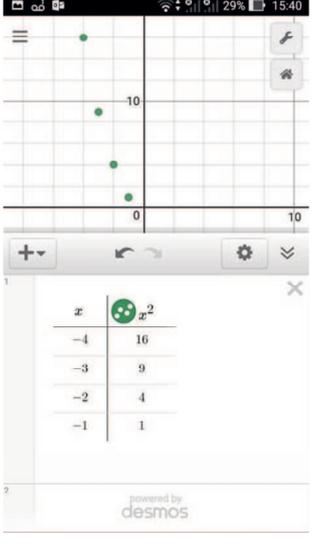
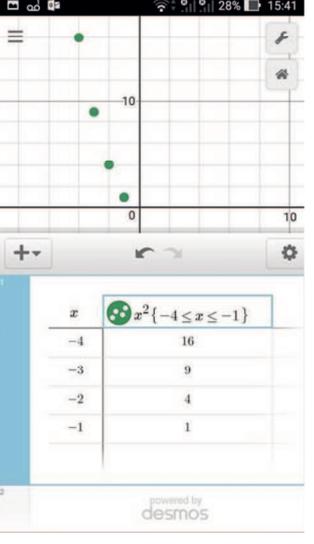
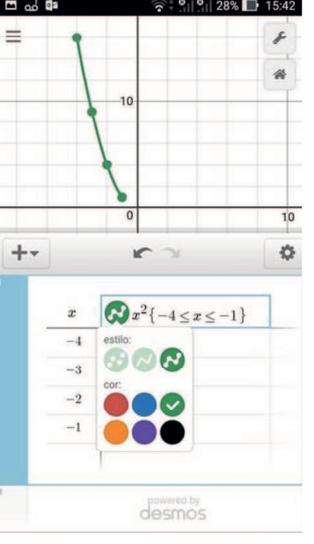
1º Passo	2º Passo	3º Passo
		
<p>Tabela de dados construída explorando a <i>Atividade 1.1</i>.</p>	<p>Ao selecionar o ícone ao lado da função na segunda coluna, a EQ1 percebeu novas ferramentas referentes a estilo e cor do gráfico.</p>	<p>A opção pré-selecionada apresentava apenas os pontos, a segunda opção quando selecionada esboça o gráfico, enquanto que, ao selecionar a última opção o aplicativo mostra os pontos e o esboço do gráfico ao mesmo tempo.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comentário: Em momentos anteriores a essa ação, ao fazermos uso do aplicativo para o ensino de funções, alguns curiosos já tinham nos questionado sobre a projeção do gráfico e não apenas dos pontos, ao construirmos a tabela. Já conhecíamos essa funcionalidade, mas não ao trabalharmos paralelamente com a tabela. Graças a exploração curiosa dos alunos da Equipe 1, essa ferramenta foi explorada.

A exploração da *Atividade 1* se deu por total interação entre os integrantes da equipe. Na maioria das vezes, as dúvidas que iam surgindo eram referentes ao aplicativo e não ao entendimento da atividade. Desta feita, apresentaremos a seguir um quadro com o roteiro de comando realizados no aplicativo *Desmos*, para a realização da *Atividade 1*, permitindo ao leitor uma melhor compreensão do funcionamento do aplicativo.

Quadro 05 – Roteiro realizado pelos alunos na exploração das *Atividades 1.1 e 1.2* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

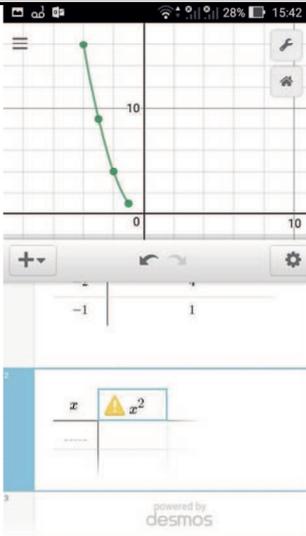
1º Passo	2º Passo	3º Passo
 <p>Janela gráfica</p> <p>Janela algébrica</p>		
<p>Ao abrir o aplicativo, visualizaremos as janelas algébrica e gráfica. Como parte da janela algébrica, tocar no ícone (+) que apresentará as opções de inserir expressão, nota, tabela e pasta. Para a realização da <i>Atividade 1.1</i>, deve-se tocar na opção “tabela”.</p>	<p>Como consequência da ação anterior, aparecerá no primeiro campo algébrico uma tabela, como podemos observar na figura acima.</p>	<p>Devemos renomear a primeira linha da tabela. Onde visualizamos “X₁”, devemos retirar o coeficiente 1. Na segunda coluna da tabela onde tem-se “Y₁” devemos substituir pela expressão algébrica que corresponde a “y” ou “f(x)”.</p>
4º Passo	5º Passo	6º Passo
		

Resolvendo a *Atividade 1.1*, atribuímos valores que atendem o domínio dado $\{x \in \mathbb{R} / -4 \leq x \leq -1\}$. A medida que preenchemos a coluna de “x”, automaticamente a coluna dos valores de “y” são calculados e apresentados pelo aplicativo. Como podemos ver na figura acima, os pontos referente a cada par de coordenadas (x,y) da tabela, já foram plotados no plano cartesiano ao mesmo tempo em que informávamos os valores de “x”.

Vamos aproveitar a tabela já construída para responder a *Atividade 1.2* referente a parte do gráfico da função que corresponde ao domínio dado. Para o esboço devemos informar ao lado função que está na primeira linha da segunda coluna, o domínio dado. Podemos conferir os procedimentos na figura acima.

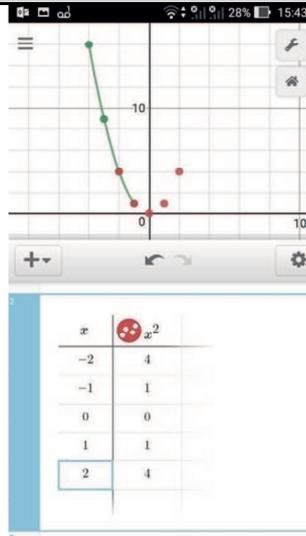
Após informar o domínio, deve-se tocar e pressionar o ícone que está verde, ao lado da função “x²”. Selecionar a terceira opção, como podemos ver na figura acima. Essa opção permite mostrar não só os pontos, mas também esboça a parte do gráfico referente ao domínio apresentado. Se o domínio não fosse apresentado, o aplicativo iria esboçar o gráfico para todos os valores de $x \in \mathbb{R}$.

7º Passo



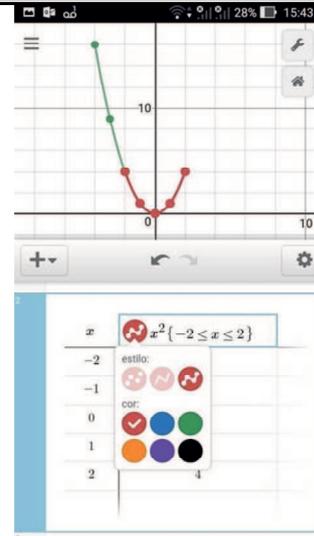
Continuamos com a exploração da *Atividade 1.1*, sem excluir os dados calculados anteriormente. Para isso devemos selecionar o segundo campo algébrico que fica abaixo da tabela construída anteriormente. Devemos seguir os mesmos procedimentos descritos

8º Passo



Em seguida atribuir valores na primeira coluna de acordo com o domínio dado $\{x \in \mathbb{R} / -2 \leq x \leq 2\}$. Mesmo com o gráfico esboçado, referente ao domínio da primeira tabela é possível identificar os pontos da tabela em construção, permitindo

9º Passo

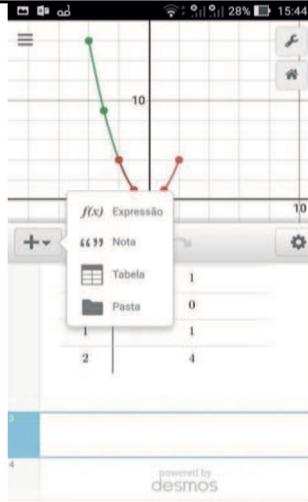


Vamos aproveitar a tabela já construída para responder a *Atividade 1.2* referente ao gráfico da função correspondente ao domínio dado. Seguindo o mesmo procedimento da primeira tabela, informar ao lado da função o domínio dado. Em seguida, selecionar

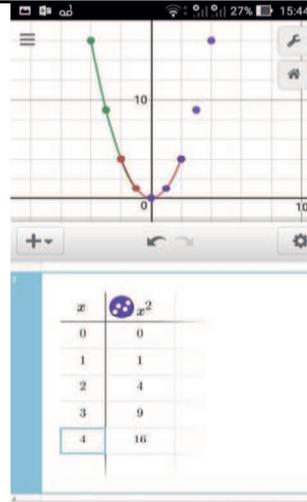
para a construção da primeira tabela. Inicialmente selecionar o ícone (+) escolhendo a opção “tabela”. Em seguida, renomear de acordo com a figura acima.

ao aluno analisar ambas ao mesmo tempo.

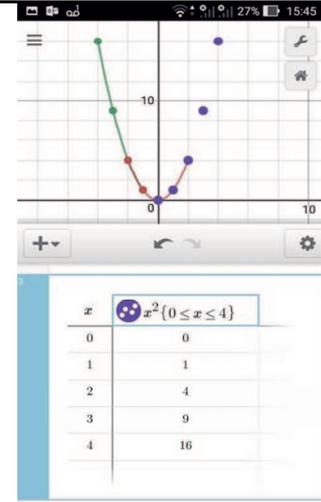
o ícone que permite mostrar os pontos e o esboço do gráfico referente ao domínio dado, conforme figura acima.

10º Passo

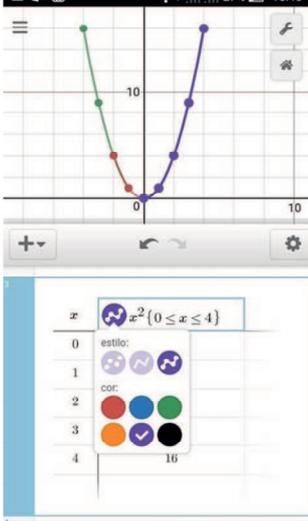
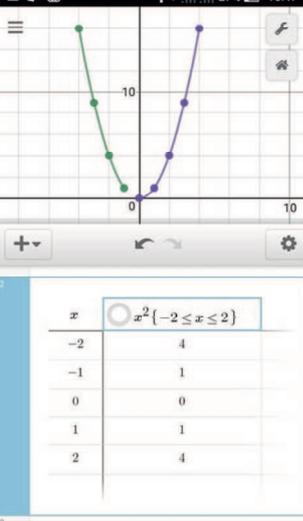
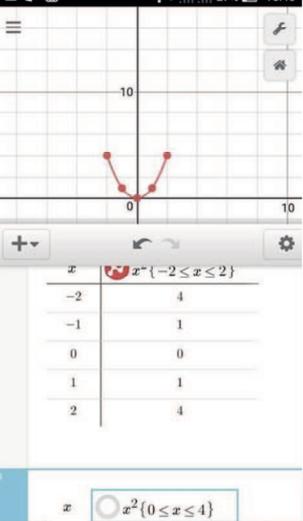
Para a construção da tabela explorando o terceiro domínio dado na *Atividade 1.1*, devemos seguir os mesmos procedimentos anteriormente descritos. Não há necessidade de se desfazer dos dados já apresentados nas janelas algébrica e gráfica, conforme figura a acima

11º Passo

Renomear a primeira linha da tabela e em seguida atribuir valores para “x” de acordo com o domínio dado $\{x \in \mathbb{R} / 0 \leq x \leq 4\}$. Verificar com a figura acima que os pontos calculados na tabela, foram plotados no plano cartesiano, sem sobrepôr as informações já presentes.

12º Passo

Informar o domínio a ser explorado ao lado da função na primeira linha da segunda coluna, como podemos conferir na figura acima.

13º Passo	14º Passo	15º Passo																								
	 <table border="1" data-bbox="730 571 970 772"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-2</td><td>4</td></tr> <tr><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	x	y	-2	4	-1	1	0	0	1	1	2	4	 <table border="1" data-bbox="1114 548 1353 750"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-2</td><td>4</td></tr> <tr><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	x	y	-2	4	-1	1	0	0	1	1	2	4
x	y																									
-2	4																									
-1	1																									
0	0																									
1	1																									
2	4																									
x	y																									
-2	4																									
-1	1																									
0	0																									
1	1																									
2	4																									
<p>Selecionar o ícone com a opção de visualização dos pontos e do esboço do gráfico referente ao domínio dado. Na figura acima podemos perceber a presença das três partes da parábola referente a cada domínio dado, destacado por cores diferentes.</p>	<p>Caso o aluno tenha o interesse de analisar cada parte do domínio separadamente, ou dois a dois, basta desmarcar o ícone que fica ao lado da função na primeira linha da segunda coluna, como podemos ver na figura acima.</p>	<p>Na figura acima podemos analisar apenas o segundo domínio dado, estando os demais desmarcados. Ver na figura acima a seleção apenas no segundo domínio dado na <i>Atividade 1.1</i>.</p>																								

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resposta as orientações das *Atividade 1.1* e *1.2*, algumas equipes conseguiram formular ideias plausíveis, apresentadas a seguir.

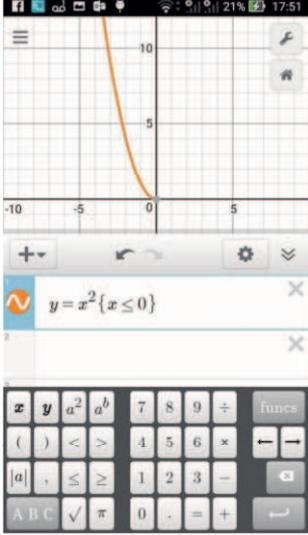
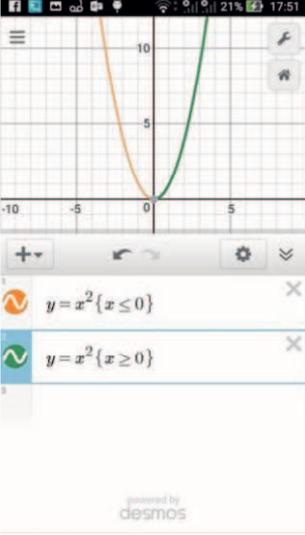
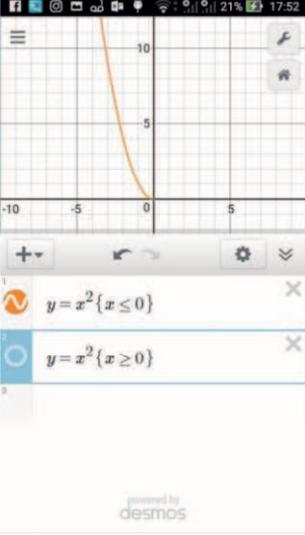
EQ1 – *Juntando só três intervalos formam uma parábola no qual o primeiro intervalo é decrescente e o segundo intervalo encontra-se crescente e decrescente, ao mesmo tempo, o terceiro se encontra crescente.*

EQ4 – *Na Atividade 1.1 chegamos à conclusão que ao observar as funções quadráticas dá para perceber que a função é crescente e decrescente. Outra observação muito importante é que toda função quadrática é formada por uma parábola seja ela voltada para cima ou para baixo e que a função quadrática é constituída por três coeficientes a, b e c.*

Comentário: Analisando o comportamento do gráfico da função dada por meio da manipulação gráfica dos domínios, os alunos foram capazes de identificar critérios além do esperado, que diz respeito aos intervalos em que o gráfico é crescente e/ou decrescente. Indo mais além, por meio de uma análise mais ampla do questionamento proposto, alguns alunos observaram que de forma geral o gráfico de uma função sempre seria uma parábola e a representação algébrica da mesma conta com três coeficientes.

Dando continuidade à descrição crítica das atividades desenvolvidas com a pesquisa, para a *Atividade 1.3*, apresentaremos a seguir mais um quadro com o roteiro de comando realizados no aplicativo *Desmos*, para se alcançar os objetivos da atividade.

Quadro 06 – Roteiro realizado pelos alunos na exploração da *Atividade 1.3* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

1º Passo	2º Passo	3º Passo
		
<p>No campo algébrico informar a função e domínio dado, conforme figura acima. É notável que a medida que digitamos a função o gráfico correspondente é projetado na janela algébrica.</p>	<p>No segundo campo algébrico, informar a função juntamente com o domínio dado, conforme figura acima. Não há necessidade de excluir a função informada no primeiro campo algébrico.</p>	<p>A ferramenta permite ao aluno trabalhar com as duas projeções ao mesmo tempo, ou caso queira, analisar cada uma delas separadamente. Para isso basta selecionar ou não, o ícone que está no lado esquerdo do campo algébrico. Na figura acima, percebemos o</p>

		segundo ícone desmarcado, apresentado na janela gráfica apenas o esboço referente ao domínio informado no campo 1.
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resposta as orientações da *Atividade 1.3*, algumas equipes conseguiram formular ideias que estão de acordo com o esperado, apresentadas a seguir.

EQ1 – *O primeiro intervalo começa do infinito negativo e vai até o 0, enquanto que, o segundo começa do 0 e vai até o infinito positivo. A imagem é positiva para os dois domínios apresentados.*

EQ3 – *Os gráficos ficaram em simetria com a reta y, fazendo com que os dois lados do gráfico ficassem iguais.*

EQ4 – *O gráfico da Atividade 1.3 é dividido pelo eixo y, ou seja, formando um eixo de simetria que é a semelhança entre as duas funções $D(f) = \{x \in \mathbb{R}/x \leq 0\}$ e a função $D(f) = \{x \in \mathbb{R}/x \geq 0\}$*

EQ6 – *Quando utilizamos $y=x^2 \{x \leq 0\}$ notamos que ficou só uma reta decrescente, e depois utilizamos $y=x^2 \{x \geq 0\}$ e ficou uma reta crescente, então o eixo y está cortando a parábola ao meio e os dois lados ficam iguais.*

Comentário: O conceito de simetria é algo que deve ser abordado desde series anteriores a essa na qual estamos tendo esse contato. Não temos como saber qual a proximidade dos alunos com esse conceito. Porém, o que nos envaidece nesse momento é saber que as observações feitas por meio da manipulação do aplicativo foram suficientes para que a maioria dos alunos conseguissem identificar essa característica no comportamento simétrica do gráfico da função quadrática.

5.1.3 Atividade 2: Analisando os coeficientes da Função Quadrática

Aulas 03 e 04 (Data 08/08/2017)

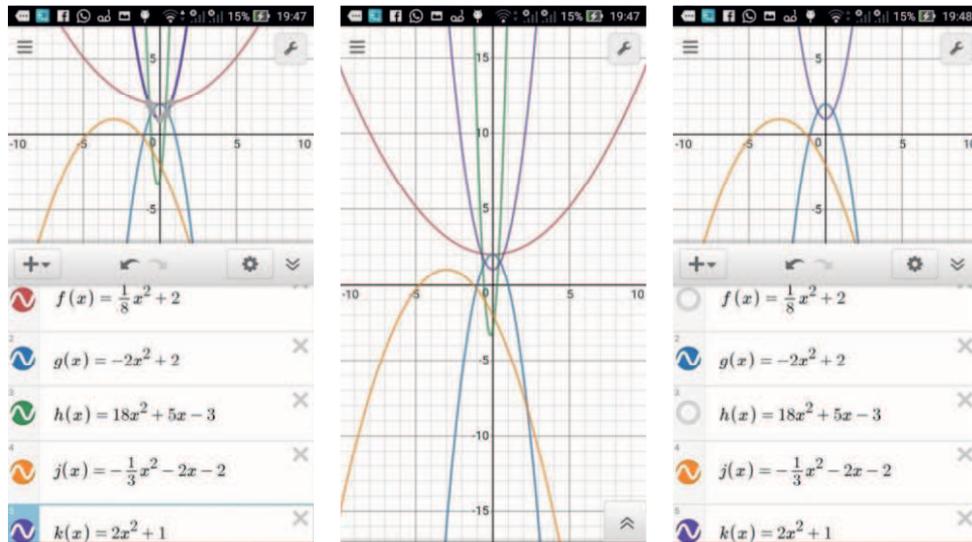
Conteúdos desenvolvidos na aula: Coeficientes da Função Quadrática.

Em posse dos *smartphones*, iniciamos a aula explorando as características dos coeficientes da função quadrática. Introduzimos o conteúdo por meio da atividade escrita apresentada a seguir.

ATIVIDADE 2 - Analisando os coeficientes de uma função quadrática, obtemos informações que nos auxiliam a esboçar o gráfico dessa função. Identifique os coeficientes das funções abaixo e em seguida, com o auxílio do <i>App Desmos</i> , analise e compare o comportamento das parábolas caracterizando as informações obtidas por meio dos coeficientes.			
$f(x) = ax^2 + bx + c$	Coeficientes		
	A	B	C
$f(x) = \frac{1}{8}x^2 + 2$			
$g(x) = -2x^2 + 4x$			
$h(x) = 18x^2 + 5x - 3$			
$j(x) = -\frac{1}{3}x^2 - 2x - 2$			
$k(x) = 2x^2 + 1$			

Durante a realização das atividades, os alunos iniciaram a exploração das funções por meio do aplicativo, manipulando todas as funções ao mesmo tempo por meio das janelas gráficas e algébricas do aplicativo *Desmos*, ficando frente aos resultados apresentados na figura a seguir.

Figura 16 - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 2*



Fonte: Ecrã do smartphone do autor.

Por meio da linguagem algébrica e gráfica, os alunos fizeram uso da linguagem verbal para apresentar suas conclusões a partir das observações feitas expondo-as no quadro da *Atividade 2*. Podemos conferir alguns resultados nas figuras a seguir.

Quadro 07 – Registro da *Atividade 2* realizada pela EQ1.

$f(x) = ax^2 + bx + c$	Coeficientes		
	A	B	C
$f(x) = \frac{1}{8}x^2 + 2$	$\frac{1}{8}$; como o coeficiente está positivo a concavidade está para cima.	0 ; a parte da parábola que toca o eixo y é o meio.	2 ; o ponto da parábola que toca o eixo y é (0,2).
$g(x) = -2x^2 + 4x$	-2 ; como o coeficiente está negativo a concavidade está para baixo;	4 ; a parte da parábola que toca o eixo y é a parte crescente da parábola.	0 ; o ponto da parábola que toca o eixo y é (0,0).
$h(x) = 18x^2 + 5x - 3$	18 ; como o coeficiente está positivo a	5 ; a parte da parábola que toca o eixo y é parte crescente.	-3 ; o ponto da parábola que toca o eixo y é (0,-3).

	concavidade está para cima;		
$j(x) = -\frac{1}{3}x^2 - 2x - 2$	$-\frac{1}{3}$; como o coeficiente está negativo a concavidade é para baixo.	-2 ; a parte da parábola que toca o eixo y é a parte decrescente.	-2 ; o ponto da parábola que toca o eixo y é (0,-2).
$k(x) = 2x^2 + 1$	2 ; como o coeficiente está positivo a concavidade é para cima.	0 ; a parte da parábola que toca o eixo y é a parte do meio.	1 ; o ponto da parábola que toca o eixo y é (0,1). [Concluimos que o coeficiente c é igual ao ponto em que a parábola toca o eixo y]

Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Comentário: Optamos por não digitalizar os dados da tabela acima para facilitar a visualização dos dados por parte do leitor, uma vez que a atividade impressa na folha horizontal fez que com os alunos comprimissem o tamanho da letra, gerando dificuldades até mesmo na interpretação da escrita. Para não ir contra os padrões de formatação tendo que ampliar a digitalização, transcrevemos as respostas dos alunos tal qual pôde ser conferida acima, mantendo a todo momento as ideias por eles defendidas. A mesma justificativa se aplica ao próximo quadro de respostas que será apresentado em seguida.

Podemos perceber que os alunos foram capazes de atingir resultados positivos na realização das atividades, sendo capazes de fazer generalização de argumento, como aconteceu ao fim da coluna referente ao coeficiente c . Além das informações que podemos perceber no quadro acima, uma das equipes conseguiu visualizar e identificar outra característica do gráfico proveniente do valor do coeficiente a . Não se detendo apenas a posição da concavidade para cima ou para baixo, perceberam que algumas parábolas tinham concavidades mais abertas, enquanto que, outras tinham concavidades mais fechadas.

Atentando-se ao valor do coeficiente a chegaram à seguinte conclusão como podemos acompanhar na figura abaixo.

Quadro 08 – Registro da *Atividade 2* realizada pela EQ4.

$f(x) = ax^2 + bx + c$	Coeficientes
	A
$f(x) = \frac{1}{8}x^2 + 2$	$\frac{1}{8}$; a concavidade é voltada para cima pelo fato do coeficiente a ser positivo. $\frac{1}{8} > 0$
$g(x) = -2x^2 + 4x$	-2 ; a concavidade é voltada para baixo por que o coeficiente a é negativo. $-2 < 0$.
$h(x) = 18x^2 + 5x - 3$	18 ; a concavidade dessa função é voltada para cima por ser um número positivo e quanto maior o coeficiente a for a parábola vai ficar mais fechada e quando o número é menor a parábola vai aumentando.
$j(x) = -\frac{1}{3}x^2 - 2x - 2$	$-\frac{1}{3}$; a concavidade dessa função é voltada para baixo por ser um número negativo e a parábola é mais aberta por ser um número bem menor que o 18.
$k(x) = 2x^2 + 1$	2 ; a concavidade da parábola é voltada para cima por ser um número positivo.

Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Comentário: O esboço de gráficos de funções por parte do professor e do aluno na lousa e no caderno respectivamente, é uma atividade que requer tempo e habilidade motora. O momento de construção do gráfico permite ao professor e aluno uma olhar crítico sobre o comportamento do gráfico da função, mas que na maioria das vezes não é dado a devida atenção. Uma análise como a da atividade aqui proposta requer a manipulação de vários gráficos ao mesmo tempo, para assim visualizar e comparar as características peculiares de cada função, associando-as a cada elemento responsável. Realizar essa atividade fazendo uso apenas da lousa ou do caderno torna-se cansativo e desestimulante, não motivando os alunos a alcançarem os resultados esperados em relação a construção de ideias e conceitos sobre o assunto. Com isso, vemos nesta atividade uma potencialidade

importante no aplicativo *Desmos* ao permitir ao aluno a manipulação e visualização dos gráficos de todas as funções em estudo ao mesmo tempo, de acordo com o critério que melhor atendesse a curiosidade, permitindo aos alunos atingirem resultados além do esperado.

5.1.4 Atividade 3: Os coeficientes da Função Quadrática e o comportamento da parábola

Aulas 05 e 06 (Data 08/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Coeficientes da Função Quadrática

A aula foi iniciada com a aplicação da atividade escrita, apresentada a seguir.

A partir das informações apresentadas na tabela da atividade 2, vamos realizar a próxima atividade para verificar a veracidade da análise feita sobre os coeficientes e o comportamento do gráfico da função quadrática.

Atividade 3 - Utilizando o aplicativo *Desmos*, faça uso da janela algébrica para apresentar a função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, adicionando controle deslizante a cada um dos coeficientes no intervalo de $[-10,10]$.

3.1 Manipulando o coeficiente **a** por meio do controle deslizante, como se comporta a parábola?

3.2 O que acontece com a função se o coeficiente **a = 0**?

3.3 Manipulando o coeficiente **b** por meio do controle deslizante, como se comporta a parábola?

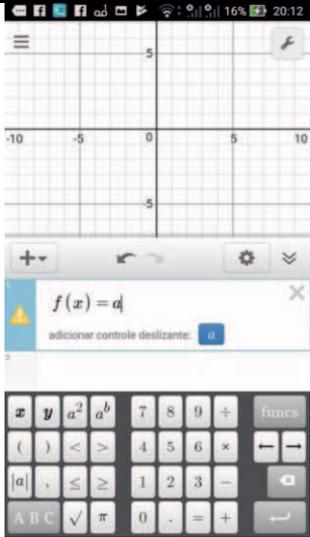
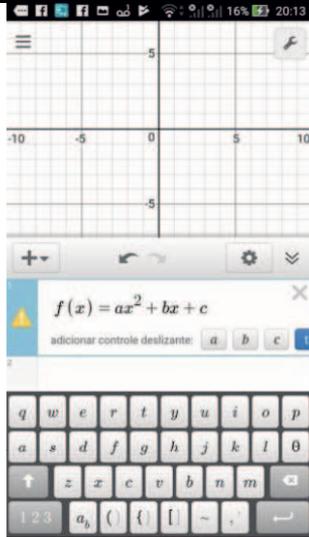
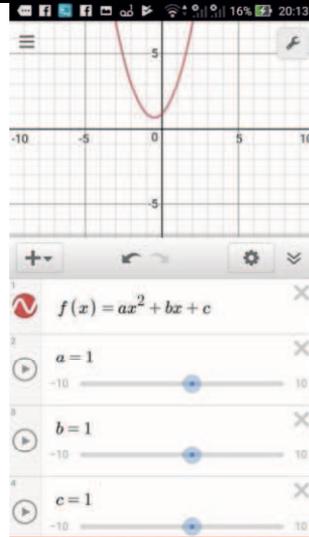
3.4 Manipulando o coeficiente **c** por meio do controle deslizante qual a correspondência entre o coeficiente e a parábola?

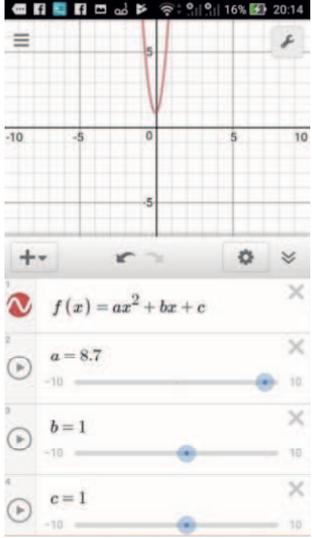
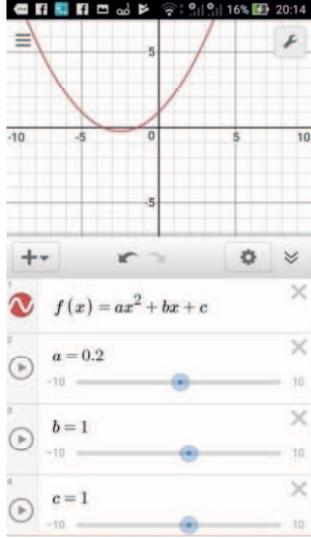
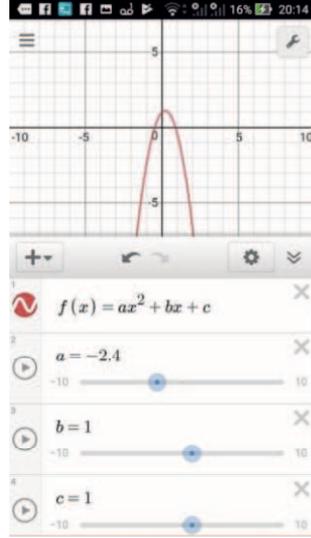
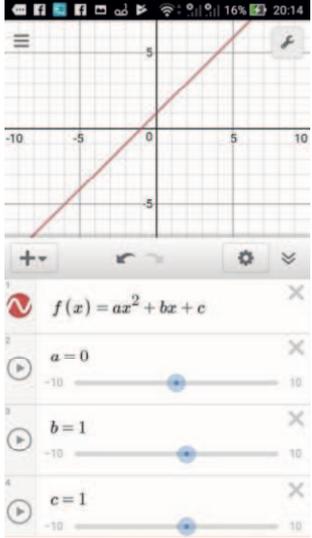
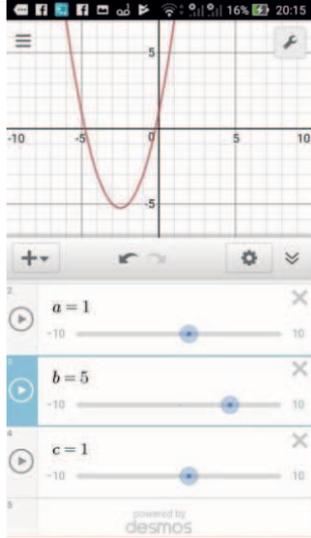
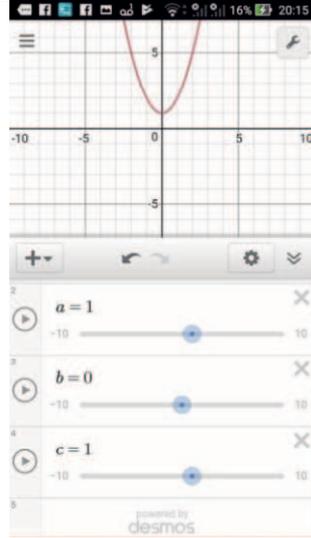
3.5 A análise feita na atividade 2 estava de acordo com as observações feitas na atividade 3?

3.6 A atividade 2 foi suficiente para identificar todas as características referentes aos coeficientes? Justifique com base na atividade 3.

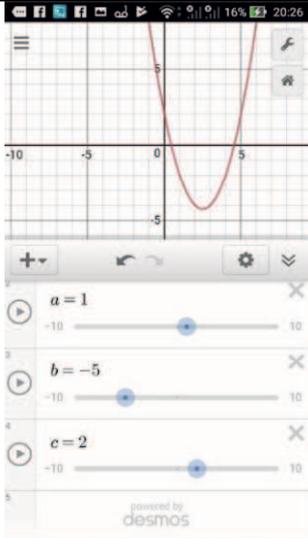
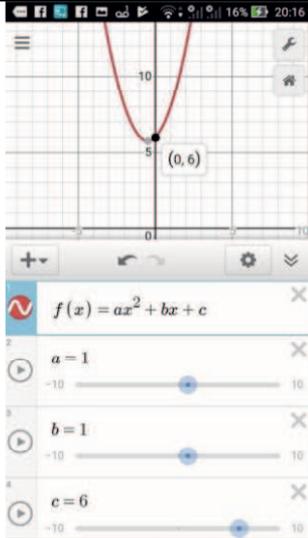
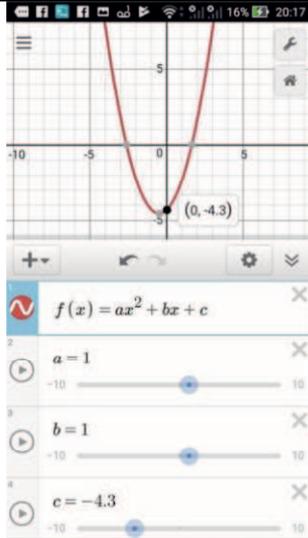
Seguindo a mesma proposta de realização das atividades anteriores, os alunos seguiram em sua maioria o seguinte roteiro de exploração da atividade, fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

Quadro 09 – Roteiro realizado pelos alunos na exploração das *Atividades 3* fazendo uso do aplicativo *Desmos*.

1º Passo	2º Passo	3º Passo
		
<p>Iniciar digitando no campo algébrico a lei geral de formação da Função Quadrática. Ao digitar o coeficiente a, aparece a opção “<i>adicionar controle deslizante</i>”, conforme figura acima.</p>	<p>A medida que são digitados os coeficientes, o aplicativo sugere “adicionar controle deslizante”. Ao digitarmos a lei geral da função quadrática, basta clicar no botão azul “<i>todos</i>”, para adicionar o controle deslizante aos coeficientes.</p>	<p>Após a ação anterior, o aplicativo apresentara a configuração de acordo com a figura acima. Cada coeficiente poderá ser alterado dentro de intervalo $[-10;10]$, basta rolar barra deslizante referente ao coeficiente. No mesmo instante, as alterações serão visíveis na janela gráfica.</p>

4º Passo	5º Passo	6º Passo
 <p>Nas três situações representadas nas figuras acima, o coeficiente a está sendo manipulado conforme orientação da <i>Atividade 3.1</i>, para uma análise do comportamento da parábola. Os coeficientes b e c são mantidos constantes durante a manipulação do coeficiente a.</p>		
7º Passo	8º Passo	9º Passo
 <p>Para responder a <i>Atividade 3.2</i> o controle do coeficiente a é deslizado até atingir o valor 0, permitindo ao aluno acompanhar na janela</p>	 <p>Na execução do 8º e 9º passo representados nas figuras acima, o coeficiente b está sendo manipulado conforme orientação da <i>Atividade 3.3</i>, para uma análise do comportamento da parábola. Os coeficientes a e c são mantidos constantes durante a manipulação do coeficiente b.</p>	

gráfica o que acontece com o gráfico da função. Os coeficientes b e c são mantidos constantes durante a manipulação do coeficiente a .

10º Passo	11º Passo	12º Passo
		
<p>Manipulação dos coeficientes para resolução da Atividade 3.3.</p>	<p>Na execução do 11º e 12º passo representados nas figuras acima, o coeficiente c está sendo manipulado conforme orientação da Atividade 3.4, para uma análise do comportamento da parábola, identificando a coordenada que a parábola toca o eixo y. Os coeficientes a e b são mantidos constantes durante a manipulação do coeficiente c.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado da atividade proposta, a seguir apresentaremos as respostas dadas por equipes que melhor desenvolveram ideias a respeito do assunto abordado, se preocupando em não repetir respostas de equipes que apresentaram ideias semelhantes. Sempre que necessário, faremos comentários que melhor nos ajude a entender o comportamento e as ideias dos alunos por meio das observações feitas, antes, durante e após a realização da atividade.

Respostas da *Atividade 3.1* - Manipulando o coeficiente a por meio do controle deslizante, como se comporta a parábola?

EQ1 – *Depende do valor do coeficiente: se for negativo (-) a concavidade da parábola vai ficar para baixo; quando o valor é positivo (+) a concavidade é para cima.*

EQ3 – *A parábola fica para cima quando está positiva e para baixo quando está negativa. Torna-se uma função afim quando o coeficiente a é 0.*

Respostas da *Atividade 3.2* - O que acontece com a função se o coeficiente $a = 0$?

EQ1 – *Ela fica em linha reta. Passa a ser uma função afim olhando graficamente. Olhando geometricamente se ax^2 for 0 deixa de ser uma função quadrática e passa a ser afim.*

EQ2 – *Quando o coeficiente a é igual a 0, a parábola vai se transformando em uma reta, pois a função quadrática passa a ser uma função afim.*

EQ6 – *Se o coeficiente a for igual a 0, não será mais uma função quadrática e sim uma função afim.*

Respostas da *Atividade 3.3* - Manipulando o coeficiente b por meio do controle deslizante, como se comporta a parábola?

EQ2 – *Quando o valor é negativo a parte decrescente da parábola toca o eixo y . Quando o valor é positivo a parte crescente da parábola toca o eixo y . Quando o valor de b é igual a zero o vértice da parábola toca o eixo y .*

EQ5 – *A parábola fica mudando a parte que toca o eixo y . Quando o valor de b é negativo a parábola toca o eixo y na parte decrescente e quando é positivo toca na parte crescente.*

Respostas da *Atividade 3.4* - Manipulando o coeficiente c por meio do controle deslizante qual a correspondência entre o coeficiente e a parábola?

EQ1 – *O valor do coeficiente c corresponde ao ponto em que a parábola toca o eixo y .*

EQ2 – Quando o coeficiente c é igual a zero o ponto é $(0,0)$. Quando o coeficiente c é igual a -3 o ponto é $(0,-3)$ e quando o coeficiente c é igual a 6 o ponto é $(0,6)$.

EQ4 – Ao deslizar o coeficiente c , vai determinar onde os pontos vão tocar na coordenada y .

Respostas da *Atividade 3.5* - A análise feita na atividade 2 estava de acordo com as observações feitas na atividade 3?

EQ1 – 95% da análise feita na atividade 3 está de acordo com a atividade 2.

EQ2 – Não, porque nem tudo que tinha na atividade 2 tem na atividade 3 e a atividade 3 dá para aprofundar melhor o conteúdo.

Respostas da *Atividade 3.6* - A atividade 2 foi suficiente para identificar todas as características referentes aos coeficientes? Justifique com base na atividade 3.

EQ1 – Não, pois a atividade 3.2 não estava todo de acordo com o que nós analisamos.

EQ2 – Nessa atividade 3 dá para entender melhor o assunto, porque as perguntas estão mais focadas nos coeficientes.

EQ4 – Não. Na atividade 3 aprendemos de uma forma mais complexa e com uma facilidade de compreender melhor os coeficientes representados no gráfico do aplicativo Desmos.

5.1.5 Atividade 4: Determinando o sinal do coeficiente da Função Quadrática por meio da análise do gráfico

Aula 07 (Data 09/08/2017)

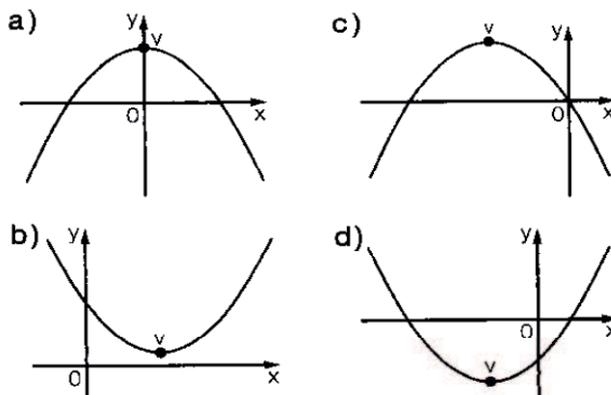
Conteúdos desenvolvidos na aula: Coeficientes da Função Quadrática

Dando continuidade à sequência de aulas do período de regência de nossa pesquisa, para esse momento propomos a seguinte atividade aos alunos.

Atividade 4 – Cada gráfico representa uma função

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

Determine se o coeficiente a , b e c de cada uma dessas funções é positivo, negativo ou nulo.



Fonte: Souza (2013, p. 123).

A algumas equipes cometeram alguns equívocos ao realizar a atividade, principalmente no momento de representar os símbolos “<” e “>”, enquanto que, outras equipes para evitar o uso dos símbolos preferiram colocar por escrito “positivo, negativo ou nulo”. De forma geral, consideramos que a atividade foi realizada positivamente, onde pudemos perceber a interação dos alunos ao realiza-la, movido por dialogo e interação entre os integrantes da mesma equipe, e de equipe entre equipes.

Uma das limitações apresentadas por Friedlander e Tabach (2001) no que tange a exploração da representação gráfica é o fato do gráfico na maioria dos casos impressos apresentarem problemas com escalas, ou limitações em relação ao domínio apresentado, provocando interpretações equivocadas por parte dos alunos. Em si tratando dessa e de outras representações gráficas ao decorrer das atividades percebemos que a partir do momento que o aluno utiliza o aplicativo para explorar a representação gráfica, o mesmo manipulava a escala de acordo com a sua necessidade de entendimento tendo uma visão infinita do gráfico.

Comentário: O uso da linguagem gráfica foi fortemente explorado nessa atividade, uma vez que os alunos não conheciam a representação algébrica da função e não haviam pontos determinados. A resolução da mesma só foi capaz mediante a realização das atividades anteriores, onde exploraram as características dos coeficientes da Função Quadrática e sua influência no comportamento do gráfico da mesma. Até o momento as atividades exploradas foram abordadas por meio da linguagem algébrica para em seguida explorarmos a linguagem gráfica. Podemos observar que nesta atividade a proposta de exploração do conteúdo se deu de forma contrário, onde o aluno deveria transitar da linguagem gráfica para a algébrica.

5.1.6 Atividade 5: Os zeros da Função Quadrática

Aulas 08, 09 e 10 (Data 09/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Coeficientes da Função Quadrática

A atividade a seguir apresentada requer dos alunos um maior domínio ao realizarem a manipulação algébrica. Com isto, contamos com uma quantidade maior de aulas para que os alunos conseguissem concluir a atividade proposta a seguir.

Atividade 5 - Estudamos anteriormente que o zero de uma função f é todo valor x de seu domínio tal que $f(x) = 0$ e que, graficamente, os zeros correspondentes às abscissas dos pontos em que o gráfico intercepta o eixo x .

Para determinarmos os zeros de uma função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, fazemos $f(x) = 0$ e resolvemos a equação do 2º grau $ax^2 + bx + c = 0$.

5.1 Determine algebricamente os zeros das funções abaixo e com o auxílio do *App Desmos*, esboce os seus respectivos gráficos.

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

$$g(x) = \frac{1}{2}x^2 - 2x + 3$$

$$h(x) = x^2 - 2x + 2$$

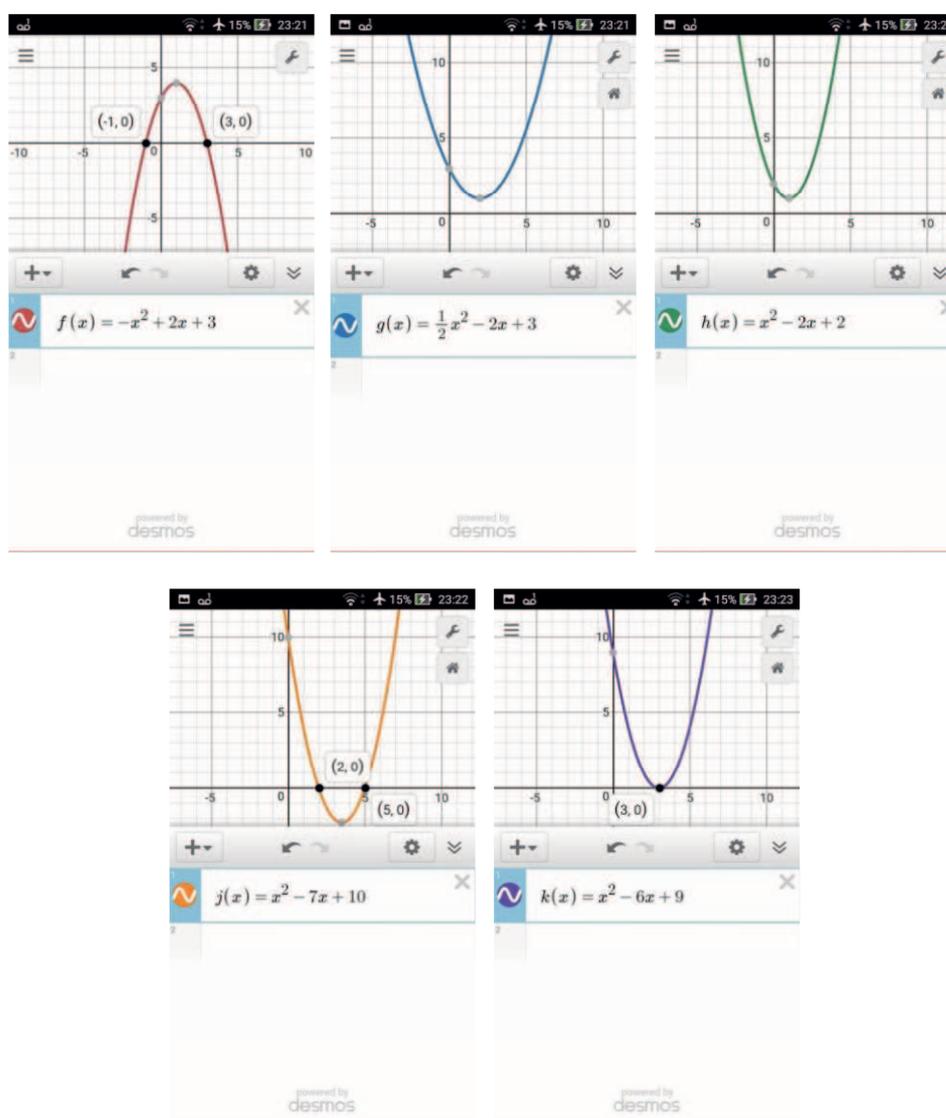
$$j(x) = x^2 - 7x + 10$$

$$k(x) = x^2 - 6x + 9$$

5.2 Analisando o valor do discriminante Δ de cada função, de que forma podemos relaciona-lo com o zero da função quadrática?

Por já terem habilidade com o aplicativo, e sabendo os alunos que ao usá-lo poderiam chegar mais as conclusões necessárias para responder a atividades, muitos alunos antes mesmo de realizar os cálculos lançaram mão de seus *smartphones* para realizar a atividade. Como auxílio do aplicativo *Desmos* ao desenvolverem a atividade e construírem ideias matemáticas acerca do conteúdo, os alunos fizeram uso das seguintes representações algébrica e gráfica apresentadas na figura abaixo.

Figura 17 - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 5*



Fonte: Ecrã do *smartphone* do autor.

A proposta de atividade foi bem clara ao solicitar dos alunos que determinassem algebricamente os zeros da função, tarefa essa que mesmo comprometendo a maior parte do tempo das aulas foi realizada com êxito. Mesmo com o auxílio do aplicativo os alunos também tiveram que esboçar o gráfico da função, para ao fim chegar as possíveis conclusões acerca da relação entre o valor do discriminante Δ e os zeros da função quadrática. Nas figuras a seguir podemos observar respostas dadas pelas equipes, onde podemos perceber que os alunos atingiram os objetivos da atividade ao relacionar o valor do discriminante com os zeros da função quadrática.

Figura 18 - Resposta apresentada pela EQ2 e 5 respectivamente.

$g(x) = \frac{1}{2}x^2 - 2x + 3 = 0$
 $a = \frac{1}{2}$
 $b = -2$
 $c = 3$
 $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$
 $\Delta = (-2)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3$
 $\Delta = 4 - \frac{4 \cdot 2 \cdot 3}{2}$
 $\Delta = 4 - 6$
 $\Delta = -2$
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$
 $x = \frac{-(-2) \pm \sqrt{-2}}{2 \cdot \frac{1}{2}}$
 $x =$
 Quando o valor de delta é negativo, não tem raiz, por que não existe raiz de número negativo.

$g(x) = -x^2 + 2x + 3$
 $g(x) = 0$
 $-x^2 + 2x + 3 = 0$
 $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$
 $\Delta = 2^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 3$
 $\Delta = 4 + 12$
 $\Delta = 16$
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$
 $x = \frac{-2 \pm \sqrt{16}}{2 \cdot (-1)}$
 $x = \frac{-2 \pm 4}{-2}$
 $x' = \frac{-2 + 4}{-2} = \frac{2}{-2} = -1$
 $x'' = \frac{-2 - 4}{-2} = \frac{-6}{-2} = 3$
 Quando o valor de Δ for positivo a parábola toca a 2 vezes na coordenada x.

Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Comentário: Com essa proposta de atividade mediada pelo professor, podemos perceber que a presença do aplicativo não inibe o papel do professor, ao mesmo tempo que não torna o aluno refém do uso do aplicativo, não permitindo ao mesmo desenvolver outras habilidades no que diz respeito ao conteúdo. A nossa exigência em determinar algebricamente os zeros da função é motivada pela necessidade de os alunos terem esse domínio, verificando as possíveis dificuldades até mesmo com a equação do segundo grau. A medida que o aluno visualiza e escreve, a aprendizagem é fortalecida tornando resistente a base do conteúdo permitindo ao aluno desenvolver a capacidade de

formular ideias e construir conceitos relacionado ao conteúdo estudado, a exemplo do proposto na nossa atividade. O uso do aplicativo neste momento é visto como um auxílio ao aluno. A partir do momento que é bem administrado, não irá inibir o desenvolvimento de habilidades algébrica por parte dos alunos nem tão pouco tornar os alunos dependentes desse artefato tecnológico.

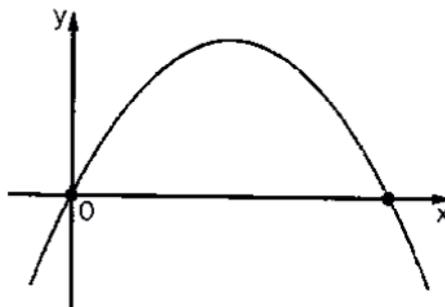
5.1.7 Atividade 6: Determinando os zeros da Função Quadrática conhecendo o discriminante e o gráfico

Aulas 13 e 14 (Data 02/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Zeros da Função Quadrática

Após três aulas trabalhando a atividade anterior, nos preparamos para dá continuidade as atividades de pesquisa ainda abordando os zeros da função, mas desta vez apresentando para os alunos uma atividade que exigia interpretação gráfica, reflexão algébrica e uso da linguagem verbal para apresentar argumentos plausíveis que respondessem corretamente os questionamentos propostos. Vejamos a seguir a atividade escrita entregue e as respostas das equipes.

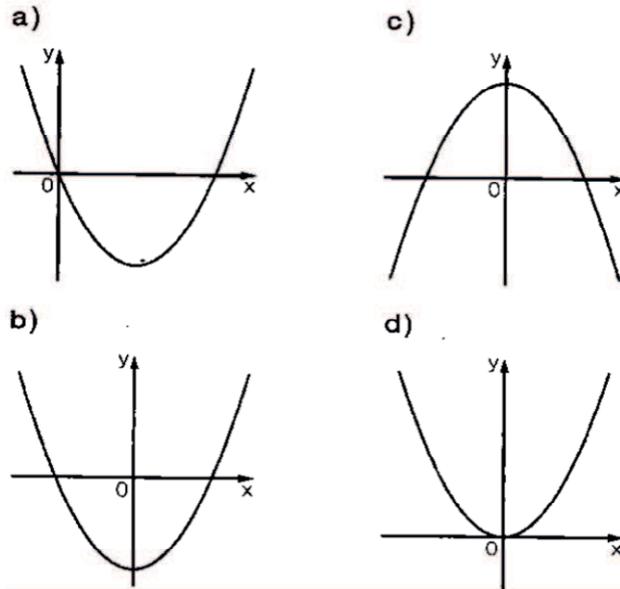
Atividade 6 - Analisando o gráfico da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, responda:



6.1 A soma e o produto dos zeros dessa função são positivos, negativos ou nulos? Justifique.

6.2 O valor de Δ dessa função é positivo, negativo ou nulo? Justifique.

6.3 Qual dos gráficos abaixo melhor representa uma função quadrática em que $\Delta > 0$, $S=0$ (soma dos zeros da função) e o coeficiente $a > 0$? Justifique.



Respostas da *Atividade 6.1* - A soma e o produto dos zeros dessa função são positivos, negativos ou nulos? Justifique.

EQ1 – NULO, por que todo número multiplicado por zero é igual a zero.

EQ2 – As raízes da equação são o zero e um número positivo qualquer. Quando soma o zero com um número positivo o resultado vai ser o próprio número positivo e quando o zero é multiplicado por um número positivo o resultado vai ser zero.

EQ3 – Os zeros da função são o zero e um valor negativo. Quando eu somo dá um valor positivo e quando multiplico pelo zero o resultado é nulo.

EQ4 – Positivos, por que todos os números multiplicados, somados, subtraídos e divididos por zero será sempre o mesmo número, seja ele negativo ou positivo.

EQ5 – A soma e o produto dos zeros dessa função são positivos, pois, um número multiplicado por zero vai dá zero e somado com zero o resultado será o próprio número.

EQ6 – São positivos, por que todo número multiplicado ou somado por zero, vai da sempre o mesmo valor positivo.

Respostas da *Atividade 6.2* - O valor de Δ dessa função é positivo, negativo ou nulo? Justifique.

EQ1 – Positivo, porque Δ é positivo.

EQ2 – O delta é positivo, porque a parábola toca em dois pontos no eixo x.

EQ3 – O valor de Δ é positivo pois toca dois pontos do eixo x.

EQ4 – Positivo, porque a parábola toca o eixo x duas vezes.

EQ5 – O valor de Δ dessa função é positivo, pois quando Δ é negativo a parábola não toca o eixo x ~~e quando é nulo a parábola também não toca no eixo x~~. Então, o Δ dessa função é positivo.

EQ6 – Se os coeficientes forem zero, delta vai ser positivo.

Respostas da Atividade 6.3 - Qual dos gráficos abaixo melhor representa uma função quadrática em que $\Delta > 0$, $S=0$ (soma dos zeros da função) e o coeficiente $a > 0$? Justifique.

EQ1 – Nós escolhemos a (B) porque o $\Delta > 0$, ou seja, a parábola toca duas vezes o eixo x. A soma dos zeros da função é igual a zero e o coeficiente a é maior que zero, por isso a concavidade é voltada para cima.

EQ2 – Quando delta é maior que zero a parábola toca duas vezes no eixo x. A concavidade está voltada para cima porque o coeficiente a é maior que zero. Se os zeros da função forem iguais, por exemplo, $-3 + 3 = 0$, se fossem valores diferentes o valor não seria igual a zero.

EQ3 – Alternativa (B). O valor de Δ é positivo (toca duas vezes o eixo x). $S=0$, a soma dos zeros é igual a zero. Como o coeficiente $a > 0$ a concavidade é voltada para cima.

EQ4 – O gráfico da letra B, porque quando o coeficiente a é maior que 0 a parábola será voltada para cima, quando Δ é maior que zero sabemos que a parábola tocará o eixo x duas vezes, e quando a soma dos zeros da função é igual a zero a parábola toca no mesmo eixo.

EQ5 – O gráfico da letra B, pois quando $\Delta > 0$ a parábola toca duas vezes o eixo x, e quando o coeficiente $a > 0$ a concavidade é para cima e a soma dos zeros da função a soma é igual a zero.

EQ6 – Alternativa (B). $\Delta > 0$ porque tem dois pontos; $S=0$ pois a parábola é virada para cima; > 0 pois os pontos tocam duas vezes o eixo x.

Ao planejarmos essa atividade, nos preocupamos em propor questionamentos onde o aluno não sentisse a necessidade de fazer uso do aplicativo *Desmos*, isto porque, nosso foco no momento estava voltado em perceber a capacidade dos alunos em transitar da linguagem gráfica para a linguagem verbal e em seguida transcrever suas ideias com base nas ideias e conhecimento construídos até o momento.

Mesmo assim, em momento algum privamos os alunos de fazerem uso do aplicativo, não identificando em nenhum momento da atividade prática o seu uso, mas sim o debate incessante entre os membros de cada equipe.

Comentário: Nesta atividade sentimos a necessidade de apresentar as respostas de todas as equipes com o intuito de apresenta-vos as dificuldades que alguns alunos têm ao transcreverem a linguagem verbal. Essa atividade foi planejada para ser realizada sem o uso do aplicativo, uma vez que a mesma já apresentava os gráficos impressos para um possível análise com base nos conhecimentos e ideias construídas até o momento. Dificuldades nos resultados das operações básicas aritméticas, uso inadequado da nomenclatura das representações dos símbolos matemáticos, nos fizeram perceber que em alguns momentos o aluno tem a ideia formulada, mas na hora de transcrever não deixa clara a resposta. Enquanto isso, podemos perceber equipes que dominam a linguagem verbal fazendo uso de um vocabulário compreensível matematicamente falando. Ao fim, percebemos que o objetivo geral da atividade foi alcançado, por meio das respostas que as equipes, ao deixarem transparecer um amadurecimento das ideias por meio da análise e reflexão das atividades.

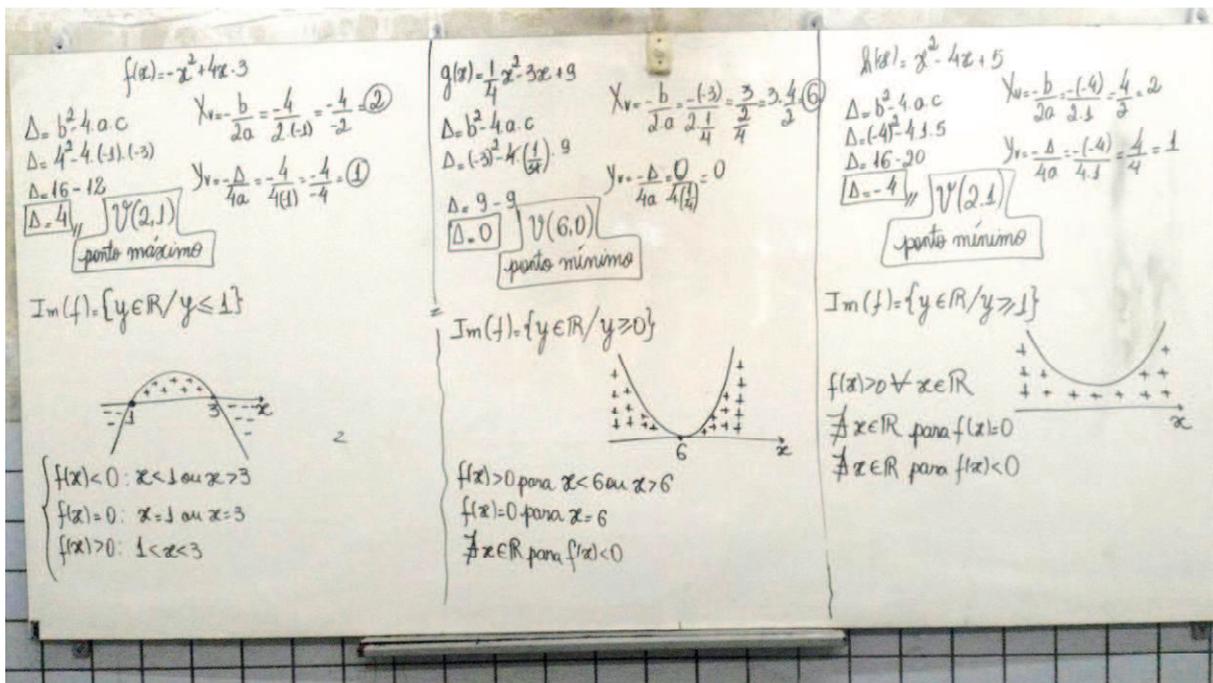
5.1.8 Atividade 7: Vértice da parábola e estudo do sinal da função quadrática

Aulas 15 e 16 (Data 16/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Vértice da parábola e estudo do sinal da Função Quadrática

Mesmo com a quantidade de aulas cedidas para a realização das atividades estarem ficando cada vez mais limitadas, não poderíamos deixar de abordar fazendo uso do aplicativo o estudo do vértice da parábola e o estudo do sinal da função, mesmo que de uma forma bem sucinta, mas tentando aproveitar ao máximo a motivação e atenção dos alunos nas aulas. Iniciamos a aula com a exploração do conteúdo baseado no livro didático, fazendo a abordagem por meio de três funções, explorando o vértice, ponto máximo ou mínimo, imagem e estudo do sinal da função, conforme podemos observar na fotografia a seguir.

Fotografia 09 – Exploração do conteúdo na lousa de forma expositiva e dialogada.



Fonte: Registrada pelo autor.

As funções escolhidas para a abordagem inicial do conteúdo, não foi feita aleatoriamente, mas sim buscando exemplos de funções que nos permitissem explorar diferentes características quanto ao comportamento do vértice e consequentemente do estudo do sinal. Neste momento, lançamos mão de vários questionamentos aos alunos, com base na exposição inicial feita e nos resultados apresentados na *lousa*. A interação entre os alunos foi plausível, uma vez que ao compararem os dados de uma função com a outras as primeiras ideias foram surgindo permitindo a construção de conhecimentos sobre o tema estudado. Após essa troca de ideias inicial, entregamos a atividade impressa para realizarem em suas equipes.

Atividade 7 – Determine o vértice, classifique-o em ponto máximo ou mínimo e com o auxílio do *app Desmos* descreva o conjunto imagem e realize o estudo do sinal das funções abaixo.

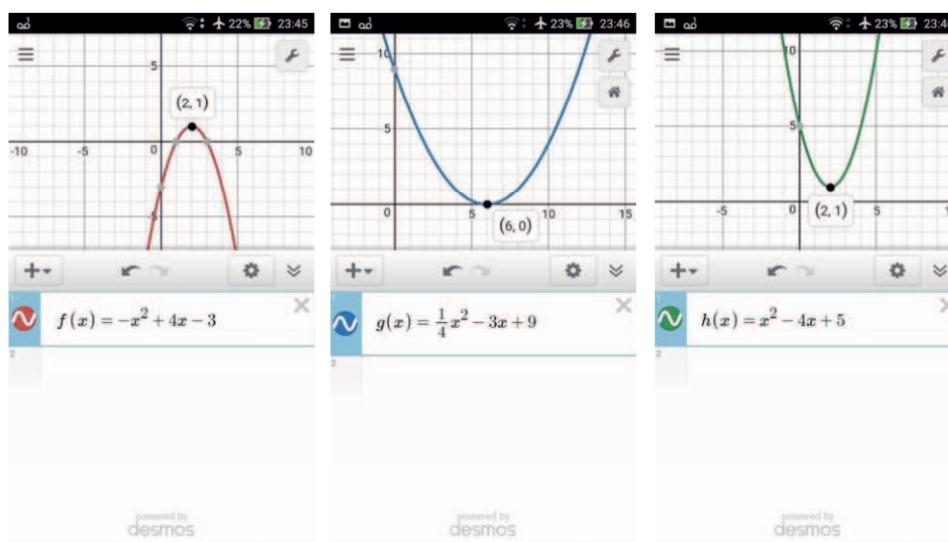
a) $f(x) = -x^2 + 4x - 3$

b) $g(x) = \frac{1}{4}x^2 - 3x + 9$

c) $h(x) = x^2 - 4x + 5$

Com o uso das fórmulas para calcular algebricamente as coordenadas do vértice da parábola, os alunos em um primeiro concentraram a sua atenção na resolução do exercício, enquanto que, outros membros da equipe mais curiosos faziam uso do aplicativo para conferir as coordenadas do vértice. Como auxílio no desenvolvimento da atividade e construção das ideias matemáticas exploradas com a atividade, os alunos fizeram uso das seguintes representações por meio do aplicativo *Desmos*.

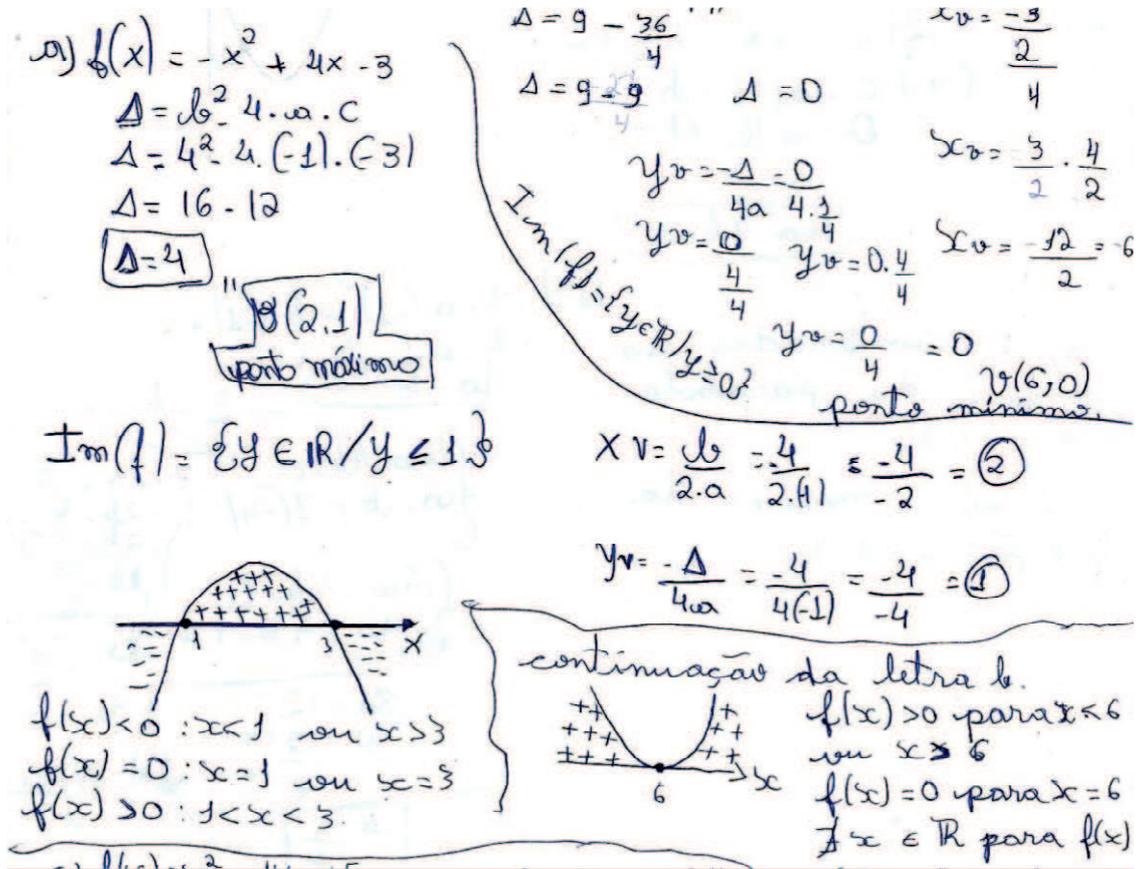
Figura 19 - Interface do aplicativo *Desmos* com representações da exploração da *Atividade 7*



Fonte: *Ecrã do smartphone do autor.*

Como podemos ver nas figuras acima, o aplicativo é capaz de identificar quais as coordenadas do vértice com apenas um toque no local correspondente. Essa potencialidade auxiliou os alunos que apresentavam dúvidas na manipulação algébrica dos dados, servindo em alguns casos como verificação do resultado obtido com os cálculos feitos. Conhecendo a habilidade de construção de gráfico por parte dos alunos, neste momento da atividade sugerimos uso do aplicativo para aproveitar melhor o tempo fazendo a análise gráfica pelo aplicativo auxiliando os alunos a determinarem a imagem e em seguida realizarem o estudo do sinal. Dentre os resultados obtidos com a atividade apresentamos o seguinte.

Figura 20 - Resposta a Atividade 7 realizada pela EQ 2



Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

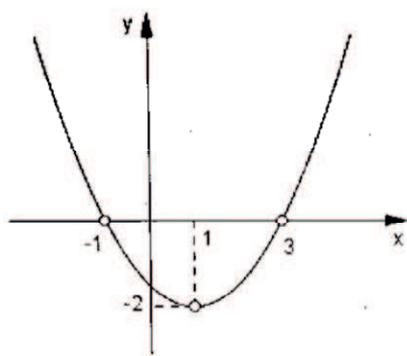
Comentário: Para a abordagem dessa temática dentro do conteúdo de função quadrática sentimos a necessidade do uso de mais aulas para uma exploração mais abrangente dos conteúdos nos permitindo contribuir mais e obter resultados mais precisos referente a aprendizagem, porém o uso do aplicativo nos auxiliou bastante a chegar aos resultados. É muita informação para ser processada em apenas duas aulas, principalmente no que diz respeito ao estudo da função. O registro acima, mostra que o objetivo da aula foi alcançado e podemos enfatizar que isso foi possível devido o uso do aplicativo Desmos e a habilidade já adquirida pelos alunos em manipular o mesmo, fazendo com que ao receberem a atividade impressa dessem conta de revolvê-la, alcançando resultados plausíveis no que diz respeito as ideias e conhecimentos construídos com a aula.

5.1.9 Atividade 8: Lei de formação da função quadrática conhecendo alguns pontos do gráfico

Aulas 17 (Data 16/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Lei de formação da Função Quadrática

Dentro do nosso cronograma de aulas para realização das atividades só contávamos com mais três aulas. Com base no planejamento inicial deveríamos realizar a atividade a seguir apresentada e uma atividade final capaz de atender a todo o conteúdo abordado e avaliar a aprendizagem dos alunos. Diante da nossa realidade, deixamos as duas aulas finais para a atividade avaliativa e fizemos uso de apenas uma aula para trabalharmos algumas ideias acerca da lei de formação da função quadrática conhecendo alguns pontos do gráfico. Iniciamos a aula com a exploração dos pontos determinados no gráfico abaixo (esboçado na lousa) para em seguida determinarmos a lei de formação da função.



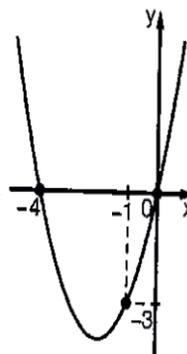
Após identificar as coordenadas dos pontos destacados, começamos a organizar os dados e debatendo com os alunos vendo algumas estratégias de resolução.

Em um certo momento da atividade foi necessário fazer uso de sistema linear, para encontrar os valores das coordenadas. Chegado a esse momento os alunos apresentaram muitas dúvidas, muitos diziam não terem estudado o conteúdo. Tendo em vista a disponibilidade de apenas uma aula não realizamos a atividade 8 apresentada a seguir.

A limitação do tempo, não nos permitiu fazer uma revisão sobre conteúdos anteriores necessários para se chegar aos resultados esperados não sendo esse objetivo da ação realizada.

Atividade 8 – Analisando o gráfico da função quadrática, determine:

- a lei dessa função;
- as coordenadas do vértice da parábola;
- o valor mínimo da função.



Comentário: Essa proposta de atividade não foi pensada na perspectiva do uso do aplicativo. O que nos motivou foi a necessidade de apresentar aos alunos problemas dessa natureza, onde conhecendo apenas as coordenadas de alguns pontos sejam capazes de determinar a função que corresponde ao gráfico analisado. O que não esperávamos nesse momento era uma lacuna gritante no que se refere a resolução de sistemas de equações do primeiro com duas incógnitas por parte dos alunos. Esse entrave fez com que nossa atividade não tivesse êxito, ficando apenas na exploração inicial feita na *lousa*, pois por meio de um diálogo chegamos à conclusão de que a maioria dos alunos não conseguiram acompanhar o raciocínio de resolução. Mesmo assim, o insucesso da atividade não chega a comprometer a abordagem do conteúdo de forma geral, onde tivemos a preocupação inicial por meio do planejamento de priorizar os temas mais importantes dentro do ensino da função do 2º grau, sendo a exploração desse problema pensando em despertar o aluno para transitar da linguagem gráfica para a linguagem algébrica.

5.1.10 Atividade 9: Explorando a Função Quadrática: avaliando a aprendizagem dos alunos

Aulas 18 e 19 (Data 21/08/2017)

Conteúdos desenvolvidos na aula: Função Quadrática

Para esse momento final do período de intervenção nas aulas da referida turma, para realização das atividades de pesquisa, planejamos uma atividade que fosse capaz de contemplar todo o conteúdo trabalhado referente a Função Quadrática, onde as equipes pudessem fazer uso do aplicativo sempre que necessário sem deixar de atender as exigências da atividade no que diz respeito ao

uso da linguagem verbal, algébrica, gráfica e numérica. A atividade foi proposta na perspectiva de uma avaliação qualitativa para a pesquisa, ao mesmo tempo em que quantizamos os resultados atendendo a pedido do professor de Matemática da turma para cumprir com as exigências burocráticas referente a nota dos alunos. Desta feita, iniciamos a aula com a entrega da atividade escrita apresentada a seguir.

Atividade 8 - Seja $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ dada por $f(x) = x^2 + 4x - 5$.

8.1 Determine os zeros de f .

8.2 Em que ponto o gráfico da função intercepta o eixo y ?

8.3 A parábola que representa a função intercepta o eixo y no ramo crescente ou decrescente?

8.4 A concavidade da parábola é voltada para cima ou para baixo?

8.5 Quais são as coordenadas do vértice da parábola?

8.6 Esboce o gráfico de f , indicando o eixo de simetria.

8.7 A função possui valor máximo ou valor mínimo?

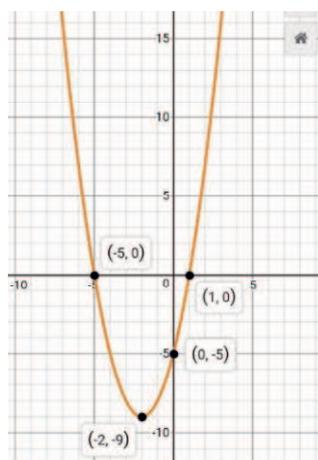
8.8 Determine o conjunto imagem da função.

8.9 Realize o estudo do sinal da função.

No dia da aplicação dessa atividade, alguns alunos faltaram, fazendo com que algumas equipes ficassem desfalcadas. Desta forma unimos os integrantes da EQ 3 e EQ 6 em uma única equipe com 3 alunos, igualmente as demais. Sendo assim iremos apresentar e analisar as respostas dadas por 5 equipes de 3 alunos cada. Como esperado, uma das primeiras atitudes realizadas nas equipes foi o uso do aplicativo para esboço do gráfico e análise das primeiras características passíveis de identificação de acordo com as ideias e conhecimentos construídos por cada um. Com apenas uma função apresentada na atividade traçamos questionamentos capazes de explorar todo o conteúdo abordado nas aulas anteriores.

A seguir apresentaremos o esboço do gráfico por meio do aplicativo e as respostas dos alunos as atividades propostas.

Figura 21 - Interface do aplicativo *Desmos* com representação da exploração da *Atividade 8*



Fonte: Ecrã do smartphone do autor.

Em si tratando da *Atividade 8.1*, ao determinarem o zero da função conforme solicitado todos as equipes perceberam que que ao calcularem o valor do discriminante Δ (delta) sendo ele positivo a função teria duas raízes reais e distintas, entre outras formas de representar a mesma ideia. No intuito de mostrar a forma como os alunos chegaram a tal resultado, apresentamos a figura abaixo.

Figura 22 - Resposta apresentada pela EQ 4 a *Atividade 8.1*

$$\begin{aligned}
 8) a) & f(x) = x^2 + 4x - 5 & a &= 1 \\
 & x^2 + 4x - 5 = 0 & b &= 4 \\
 & \Delta = b^2 - 4ac & c &= -5 \\
 & \Delta = (4)^2 - 4 \cdot (1) \cdot (-5) \\
 & \Delta = 16 + 20 \\
 & \Delta = 36 \rightarrow \text{Quanto o delta é maior que zero teremos duas raízes distintas.} \\
 & x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\
 & x = \frac{-(4) \pm \sqrt{36}}{2 \cdot (1)} \\
 & x = \frac{-4 \pm 6}{2} \\
 & x' = \frac{-4 + 6}{2} = \frac{2}{2} = 1 \\
 & x'' = \frac{-4 - 6}{2} = \frac{-10}{2} = -5, \text{ logo os zeros da função são } (-5, 1).
 \end{aligned}$$

Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Respostas da Atividade 8.2 - Em que ponto o gráfico da função intercepta o eixo y ?

EQ1 – Para ficar mais fácil saber, apenas olhe para o coeficiente c .

EQ2 – No ponto $(0, -5)$. Se não tivesse o aplicativo daria para saber analisando o coeficiente c . Utilizando o aplicativo, eu mudei o valor do coeficiente c e percebi que o ponto que passa no eixo y muda dependendo do valor do coeficiente c .

EQ3 – A parábola toca o eixo y na coordenada -5 porque o coeficiente c corresponde onde a parábola toca o eixo y que é no valor de $c = -5$.

EQ4 – No ponto -5 , pois dá para identificar pelo coeficiente c qual ponto a parábola intercepta no eixo y .

EQ5 – $(0, -5)$ por que dá para identificar pelo coeficiente c qual ponto vai tocar o eixo y .

Respostas da Atividade 8.3 - A parábola que representa a função intercepta o eixo y no ramo crescente ou decrescente?

EQ1 – A parte que a parábola toca no eixo y está no ramo crescente.

EQ2 – Toca o eixo y na parte crescente, porque o valor do coeficiente a é positivo. Caso o coeficiente a fosse negativo a parábola iria tocar no eixo y na parte decrescente.

EQ3 – A parábola toca o eixo y no ramo crescente da função. Com a ajuda do App Desmos descobrimos que quando o valor de b está negativo a parábola toca o eixo y no ramo decrescente, à medida que ia mudando os valores a parábola ficava crescente e decrescente.

EQ4 – No ramo crescente da parábola, porque o coeficiente b da função é positivo.

EQ5 – A parábola toca o eixo y na parte crescente no ponto $(0, -5)$.

Respostas da Atividade 8.4 - A concavidade da parábola é voltada para cima ou para baixo?

EQ1 – Para cima, porque o coeficiente a é positivo.

EQ2 – A concavidade da parábola está voltada para cima, pois o valor de a é positivo.

EQ3 – A concavidade da parábola está voltada para cima porque o coeficiente a está positivo.

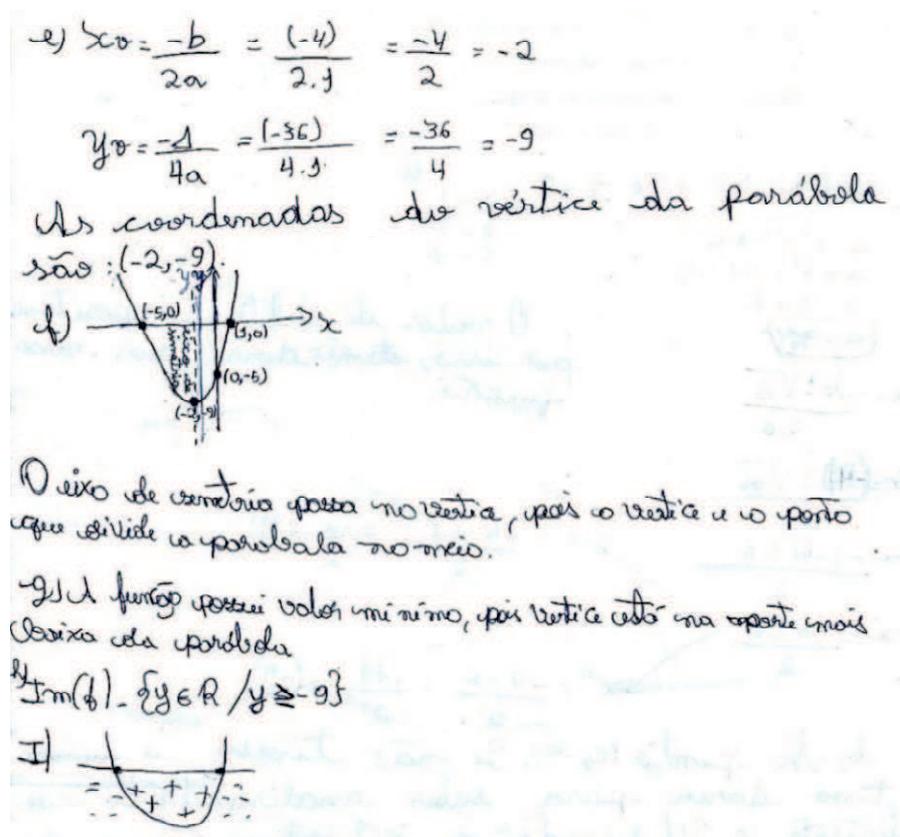
EQ4 – A concavidade da parábola é voltada para cima, porque o coeficiente a é positivo.

EQ5 – Para cima porque o coeficiente a é positivo.

Respostas das Atividades 8.5 - Quais são as coordenadas do vértice da parábola? 8.6 - Esboce o gráfico de f , indicando o eixo de simetria. 8.7 - A função possui valor máximo ou valor mínimo? 8.8 - Determine o conjunto imagem da função.

As atividades 8.5, 8.6, 8.7 e 8.8 foram respondidas pelas equipes de forma agrupada, uma vez que as atividades se completam entre si havendo sempre o auxílio de uma na resolução da outra. Com isso, resolvemos trazer os escritos de uma das equipes ao responder as atividades para apresentar os resultados.

Figura 23 - Resposta apresentada pela EQ 2 a Atividade 8.5, 8.6, 8.7 e 8.8



Fonte: Banco de dados da pesquisa do autor.

Resposta da *Atividade 8.9* - Realize o estudo do sinal da função.

A *Atividade 8.9* não foi concluída por nenhuma das equipes. Mesmo assim, de acordo com os registros do nosso banco de dados nenhuma das equipes deixou de tentar resolver, mesmo não obtendo êxito. Podemos confirmar a informação ao analisamos a parte final da figura apresentada anteriormente.

Comentário: A Atividade final, proposta com o intuito de avaliar qualitativamente o desenvolvimento cognitivo dos alunos a respeito do conteúdo estudado, nos permitiu ver que eles foram capazes de transitar pelas diversas representações, seja para formular ideias, manipular números e letras ou interpretar gráficos a ponto de organizarem as ideias e construírem conceitos pertinentes ao estudo da função quadrática. O uso do aplicativo *Desmos* visto como um recurso que facilita a aprendizagem da álgebra por meio de suas ferramentas algébricas, gráficas e numéricas, contribuiu significativamente com os resultados aqui obtidos. A mobilidade e interatividade proporcionado pelo seu foi algo que de início atraiu a atenção dos alunos e estimulou-os a se dedicar nas aulas de Matemática como não se tinham visto antes. A capacidade de trabalhar numericamente, algebricamente e graficamente ao mesmo tempo no *display* do *smartphone* ampliou as possibilidades de interpretação dos dados fazendo com que alunos de uma mesma equipe pudesse chegar ao mesmo resultado tendo traçados caminhos diferentes, onde cada um era capaz de entender o outro. A otimização do tempo de aula e a diminuição da fadiga de construção de gráficos no caderno também permitiram aos alunos mais conforto, usando o tempo a favor do que realmente fazia sentido para eles naquele momento, sempre buscando as melhores estratégias. Se ousássemos ocultar o uso do aplicativo nessas aulas, somos conscientes de que os resultados acerca da organização das ideias e da construção dos conceitos por parte dos alunos não seriam os mesmos, uma vez que o aplicativo tanto motivou os alunos aprender como facilitou o processo de ensino e aprendizagem.

Ao fim das ações de pesquisa, mais precisamente as que envolvem o aplicativo *Desmos* percebemos que o mesmo foi favorável aos objetivos inicialmente traçados com relação a construção de conceitos e ideias a respeito do estudo da função quadrática. De acordo com Ribeiro e Cury (2015), sabe-se que a formação dos conceitos de equação e função não é um processo pontual ou imediato, pois em

nossas análises, em si tratado do conteúdo de função, esse processo de formação de conceitos vem sendo trabalhado e discutido desde o momento inicial na qual fizemos uso do aplicativo *Desmos* para abordagem da função afim.

Não podemos garantir uma aprendizagem por parte de todos os alunos, mas os resultados alcançados nos envaidecem ao saber que o ensino de equações e funções tem sido alvo de muitas pesquisas, como reflexo de uma preocupação da educação básica, onde alunos e professores continuam apresentando dificuldades no entendimento desses conceitos, como aponta Ribeiro e Cury (2015). Na maioria dos casos essas pesquisas são desenvolvidas por educadores matemáticos, ou professores de Matemática que tem afinidade com a mesma, porém a maioria dos que estão na sala de aula trabalhar tais conteúdos nem sempre estão abertos a refletir sobre o insucesso dos alunos em determinado conteúdo e prover meios para superar essa dificuldade de aprendizagem.

A proposta aqui apresenta com o aplicativo *Desmos* trabalha com propostas plausíveis relacionada ao ensino de funções. Uma delas é a resolução de problemas (ALLEVATO; ONUCHIC, 2014) explorada por meio das múltiplas representações (FRIEDLANDER; TABACH, 2001), que por sua vez estavam contando com o apoio de um recurso tecnológico, o aplicativo *Desmos*. Essa tríade, associada ao planejamento pedagógico com base nas ideias discutidas com as atividades desenvolvidas anteriormente é responsável pelos resultados obtidos na *Etapa III* de nossa pesquisa.

6 APLICATIVOS EDUCACIONAIS NA MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim das ações realizadas com a pesquisa, pudemos identificar particularidades em cada uma delas quando analisadas individualmente, de forma a contribuir positivamente com a elaboração das ações posteriores. Ao mesmo tempo nos permite uma visão geral de como as atividades desenvolvidas atendem a outros questionamentos vistos como ramificações do nosso problema de pesquisa: *Quais as potencialidades dos aplicativos educacionais Geoplano Digital, Math Flash Cards Free, Protractor, Matemática Elementar Móvel, Math Jump, Math Parking e Desmos voltados ao ensino da Matemática? O que deve ser levado em consideração no momento de selecionar um aplicativo para exploração nas aulas de Matemática? De que forma os aplicativos educacionais podem ser inseridos no planejamento pedagógico de aulas de Matemática? Como explorar os aplicativos educacionais nas aulas de Matemática?* Isso foi possível por meio de uma análise individual de cada aplicativo abordado, onde tentamos a todo momento identificar as contribuições e limitações no diz que diz respeito ao uso do aplicativo frente ao ensino e a aprendizagem da Matemática.

A Etapa I – *Aproximação da pesquisa por meio do trabalho de campo*, foi um momento pensado na perspectiva de identificar as principais dificuldades em se trabalhar com aplicativos, antes de dar passos mais largos com a pesquisa. As contribuições oriundas da troca de experiências no PROAFE nos fizeram refletir pedagogicamente sobre o desenvolvimento das atividades planejadas a luz de recursos tecnológicos. Nos atentando na forma como o professor deve conduzir o conteúdo e na forma como os alunos se comportam na sala de aula frente as tecnologias.

As dificuldades com a realização da oficina na qual os alunos fizeram uso do aplicativo *Geoplano Digital*, nos permitiram reflexões posteriores, tanto em grupo, como individualmente. A experiência com os monitores, nos deixou claro a necessidades de se ter um contato prévio e exploratório da ferramenta de trabalho, frente a opinião crítica de outros estudiosos do tema. Ao planejarmos a aula fazendo uso do material concreto geoplano, acreditávamos que a adaptação para a versão

digital seria algo mais fácil, uma vez que a mesma já tinha sido trabalhada com os alunos. Apenas um equívoco!

Pudemos identificar de início algumas peculiaridades na transição das aulas. Aprender a manipular o material concreto geoplano inicialmente é bem mais fácil e rápido do que o aplicativo *Geoplano Digital*. Quando o aluno se depara com o aplicativo a sua curiosidade é aguçada e a interação entre os alunos é capaz de mudar o foco da aula. O material concreto geoplano permite uma melhor visualização do que está sendo feito. A manipulação do material usando as próprias mãos para esticar as ligas, provoca no aluno um sentimento de posse, valorizando cada movimento que está sendo feito com os materiais. Quando se manipula o aplicativo, o aluno não sente esse mesmo prazer, uma vez que os movimentos estão limitados a tela do *smartphone*.

Os recursos tecnológicos estão vulneráveis a problemas técnicos a qualquer momento. No caso do aplicativo *Geoplano Digital*, no momento da manipulação e construção das figuras planas, na maioria das vezes os alunos utilizavam várias ligas ao mesmo tempo, fazendo com que o aplicativo parasse de funcionar. Esse fato pode ser oriundo da falta de memória do *smartphone*, ou também da grande quantidade de aplicativos que estejam sendo usados ao mesmo tempo. Isso não significa dizer que esse é um problema específico do aplicativo, fazendo com que o mesmo não contribua para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de perímetro e área de figuras planas.

Esses problemas foram identificados previamente no momento de planejamento da oficina, juntamente com os monitores. O fato de termos identificados não nos deu autonomia para cancelar a execução da mesma. Precisávamos analisar a forma como os alunos se comportariam frente a problemas como esses, para mediante o ocorrido traçar novas estratégias que tornassem o uso das tecnologias favorável ao ensino da Matemática. Tudo isso veio de encontro ao que esperávamos com o primeiro momento de exploração em campo da pesquisa: *Identificar as principais limitações e contribuições do uso desses aplicativos em aulas de Matemática, de modo a refletirmos sobre as suas posteriores utilizações na nossa pesquisa.*

Ao visitar as lojas virtuais que disponibilizam *download* gratuito de aplicativos nos deparamos com uma avalanche desses recursos. Durante o momento de busca e seleção dos aplicativos, éramos atraídos ora nome do aplicativo, ora *design*. De modo geral essas características superficiais do aplicativo, comprometiam um pouco nosso tempo ao nos depararmos com aplicativos que não atendiam as nossas expectativas. Com o fim da seleção dos aplicativos explorados nas nossas ações de pesquisa, percebemos que os mesmos apresentam características próprias e comuns uns aos outros.

Em um primeiro momento, pudemos destacar a importância de se conhecer o aplicativo antes de usá-lo em sala de aula. Não estamos nos referindo ao fato de fazer o *download* e manipula-lo aleatoriamente, conforme a sua curiosidade no momento. É necessário explorá-lo paralelamente ao planejamento da aula em que pretende usá-lo. Só assim será possível identificar as contribuições e limitações do aplicativo para o ensino e a aprendizagem de determinado conteúdo.

Levando em consideração a caracterização de nossa pesquisa como pedagógica, ao selecionarmos os aplicativos que atendessem os conteúdos abordados em nossas salas de aulas no momento de execução da pesquisa, não encontramos dificuldades. Isso não significa dizer que existem aplicativos que abordam os conteúdos matemáticos em sua totalidade. Isso pode até ser possível, mediante o crescente desenvolvimento tecnológico hoje no meio educacional. Porém, o fato de existir um aplicativo com o nome de tal conteúdo matemático, em alguns casos por nos analisados, não atenderam as nossas expectativas quanto professor, pelo fato de não serem planejados de forma didática a favor da aprendizagem do aluno, nos permitindo vê-lo como um aplicativo educacional.

Mesmo com a preocupação em explorar o aplicativo previamente, ao desenvolvermos a nossa pesquisa pudemos identificar algumas falhas, identificando limitações do aplicativos apenas na execução da ação. Como exemplo podemos citar o aplicativo *Protractor*. A dificuldade de manipulação motora para medir os ângulos no papel e a distância, só foi identificada no momento de realização da atividade pelos alunos. A habilidade que tivemos como professor, não se compara a dos alunos, ao mesmo tempo em que percebemos uma melhor funcionalidade do aplicativo para a medição de ângulos de visão, não se encaixando na nossa proposta de atividade. Isso nos levar a refletir o quanto é necessário o planejamento fazendo uso do aplicativo.

O momento de seleção e planejamento das atividades acontecerem em períodos bem próximos, o que nos permitiu caracterizar os aplicativos quanto as suas funcionalidades, levando em considerações características previamente identificadas na forma como o aplicativo abordava o conteúdo matemático. Desta forma classificamo-los em: aplicativo informativo; aplicativo de resolução de exercícios; aplicativos de teste; aplicativo lúdico matemático; aplicativo concreto digital; aplicativo abstrato digital. Essa classificação nos permitiu identificar as diferentes formas como os conteúdos matemáticos são abordados pelos aplicativos educacionais.

Ao planejarmos as atividades, chegamos à conclusão da necessidade de classificar os aplicativos. Durante alguns dias, a busca por aplicativos foi incessante. Em muitos momentos chegávamos a encontrar aplicativos que abordavam determinado conteúdo seguindo a mesma estrutura de outro aplicativo, nos induzindo a realização do *download*. Ao fim podemos oferecer ao leitor, uma visão geral de como os aplicativos educacionais voltando ao ensino da Matemática estão organizados, segundo a nossa perspectiva.

Algumas críticas podem surgir ao refletirem sobre a forma como tal aplicativo está contribuindo para o ensino da Matemática. A exemplo podemos citar o aplicativo *Teorema de Tales*, voltando especificamente para a resolução mecânica de exercícios. Com o acesso aos resultados de nossa pesquisa, dispomos de informações direcionadas ao professor que devem ser levadas em consideração antes de planejar atividades que contemplem aplicativos dessa natureza. Essa classificação permite ao professor filtrar características do aplicativo paralelamente aos objetivos que se tem em sua prática pedagógica.

A motivação dos alunos por si só não é capaz de qualificar o uso de um aplicativo na sala de aula. O novo sempre traz expectativas, em especial o uso das tecnologias na sala de aula por parte dos alunos. A tecnologia é capaz de provocar nos alunos comportamentos diferentes do de sua rotina escolar, levando-os a rotularem aulas dessa natureza como aulas inovadoras. Para a maioria dos profissionais da educação, o uso das tecnologias na sala de aula faz que com o método tradicionalista da aula seja deixado de lado. Pensamentos como esse, enfraquece ideias que visam estratégias de ensino inovadoras para o ensino da Matemática. O uso da tecnologia por si só não é responsável por isso, é necessário refletir sobre esse tipo de postura.

O que vem acometendo a realidade escolar hoje são pensamento edificados na ideia do uso das tecnologias para mudar o método tradicional de ministrar as aulas. Mesmo que o intuito do professor seja associar a tecnologia ao ensino de determinado conteúdo, sem um planejamento crítico e reflexivo o mesmo fica vulnerável a reproduzir a mesma aula, onde a tecnologia não proporciona aos alunos uma nova forma de aprender. Na maioria dos casos os *software* e os aplicativos estão sendo utilizados apenas para exporem o conteúdo, sem voltar a atenção para uma aplicabilidade construtivistas desses recursos tecnológicos. Essa reflexão também foi pertinente ao concluirmos as nossas ações de pesquisa. Nos permitindo verificar quais aplicativos foram explorados por meio de práticas inovadoras voltadas ao ensino da Matemática.

Quando nos referimos à exposição de conteúdo, voltamos nossa atenção para aulas que fazem uso apenas do livro didático, na qual o professor apresenta o conteúdo de forma expositiva e em alguns casos dialogada. Na maioria dos casos o diálogo sempre parte do professor, não deixando o aluno a vontade para levantar questionamentos. Em si tratando da maioria das aulas de Matemática, os conteúdos são abordados mecanicamente, por meio da manipulação dos algarismos, sem nenhuma relação e aplicação no cotidiano do aluno. A atenção da aula está sempre voltada para a lousa e em seguida resolução de exercícios propostos pelo livro didático.

De forma geral, essa reflexão nos remeteu a classificação por nos feita dos aplicativos educacionais voltados ao ensino da Matemática. Desta forma nos questionamos: *Quais aplicativos contribuíram para a construção de conceitos matemáticos? Quais aplicativos só foram possíveis utiliza-los após a explicação do conteúdo?* Essas indagações nos permitiram uma reorganização mais geral na classificação dos aplicativos, que antecede a classificação já apresentada com a pesquisa.

Ao realizarmos a Etapa II – *Explorando aplicativos e desenvolvendo atividades*, planejamos ações capazes de explorar as potencialidades do aplicativo, a forma como o mesmo contribuiria ou não para o ensino da Matemática. Não procuramos selecionar nem priorizar no momento do planejamento, aulas voltadas para a resolução, investigação e proposição de problemas. Essas características puderam ser

identificadas ao explorar o aplicativo como também em momento posterior as ações, por meio de uma análise geral dos aplicativos utilizados.

Todas as ações realizadas foram planejadas na intenção de proporcionar ao professor pesquisador e aos alunos uma nova pedagogia de ensino e aprendizagem fazendo uso dos aplicativos. Em nenhuma atividade já tínhamos a certeza da eficiência do aplicativo, porém a todo tempo estávamos preocupados em planejar atividades que pudessem explorar as ferramentas didáticos pedagógicas do aplicativos capaz de proporcionar resultados satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem. Consideramos ainda, ações inovadoras aquelas que ao fazermos uso do aplicativo o aluno foi capaz de construir ideias e conceitos matemáticos, enquanto que o professor pesquisador é capaz de identificar características que o auxiliem no processo de ensino de determinado conteúdo matemático.

Após algumas reflexões sobre os aplicativos explorados com a pesquisa foi perceptível em sua maioria, aqueles onde seu uso só foi possível após a explicação do conteúdo. Como exemplo, podemos destacar os aplicativos: *Teorema de Tales*; *Math Jump*; *Math Parking*; *Math Flash Cards*. Outros aplicativos puderam ser utilizados à medida que o conteúdo era abordado, como exemplo temos os aplicativos: *Geoplano Digital*, *Protractor*; *Matemática Elementar móvel*; *Desmos*. Dentre os aplicativos utilizados paralelamente a abordagem do conteúdo temos aqueles que podem ser explorados na perspectiva de construção de conceitos matemáticos, a exemplo do aplicativo *Geoplano digital* e o *Desmos*.

O aplicativo *Protractor* e o aplicativo *Matemática Elementar Móvel*, não foram capazes de permitir ao aluno a construção de conceitos matemáticos, nem tão poucos tem aplicabilidade na resolução, investigação e proposição de problemas. Ao analisar o aplicativo *Geoplano digital*, o mesmo permite a exploração de conceitos matemáticos relacionados ao perímetro e área de figuras planas. No que diz respeito ao aplicativo *Desmos*, o leque de possibilidades de exploração é bem maior comparado aos demais aplicativos aqui apresentados.

Voltando a classificação dos aplicativos, podemos perceber que duas categorias de aplicativos podem ser exploradas paralelamente as aulas para a construção de ideias e conceitos matemáticos, sendo eles os aplicativos concreto digital e os aplicativos abstrato digital. O fato de um aplicativo atender certa

classificação, tendo a capacidade de contribuir para a formulação de conceitos matemáticos, não significa que todos os demais aplicativos dessa classificação têm o mesmo potencial. Essa conclusão é possível mediante a análise dos nossos resultados. O aplicativo *Protractor* e o *Geoplano Digital* são classificados como aplicativo concreto digital. Porém apenas o aplicativo *Geoplano Digital* tem essa característica, sendo o aplicativo *Protractor* utilizando apenas como instrumento de medida de ângulos no decorrer das aulas.

Ao concluirmos a segunda etapa de nossa pesquisa, procuramos explorar todos os aplicativos selecionados por meio de atividades na sala de aula. Nesse momento sentimos a necessidade de explorar ainda mais um dos aplicativos. É notório que ao descrevermos as ações realizadas não voltamos nossa atenção para a forma como essas atividades foram pedagogicamente planejadas, uma vez que essa etapa da pesquisa objetivava uma exploração geral dos aplicativos nas aulas de Matemática. Como tínhamos muitas atividades e aplicativos para serem explorados em diferentes salas de aula, preferimos contemplar abordagens mais rápidas, utilizando uma quantidade menor de aulas, isso fez com que o pedagógico não fosse tão enfatizado nesse momento.

A parti da análise feita da segunda etapa da pesquisa a necessidade em explorar mais as ferramentas de um dos aplicativos utilizados, foi voltado ao aplicativo *Desmos*. Não tivemos dificuldades em selecionar esse aplicativo para a parte final da pesquisa, pois ao fazermos uso do mesmo na segunda etapa, sentimos que a atenção dada ao mesmo foi limitada quando comparada a sua gama de funcionalidades capazes de contribuir significativamente com o ensino da álgebra. Os demais aplicativos, na maioria dos casos, se limitavam as explorações já feitas anteriormente e que podem ser moldadas mediante orientações do professor, mas que não são plurais em suas ferramentas.

Na Etapa III – *O aplicativo Desmos e o ensino da Função Quadrática*, abordamos o conteúdo por meio de exercícios propostos aos alunos de forma escrita, onde por meio da manipulação do aplicativo o aluno seria capaz de formular conceitos e ideias matemáticas referente a Função Quadrática. Essa ação difere da forma como exploramos o aplicativo ao abordar o conteúdo da Função Afim, descrito na segunda etapa da pesquisa. Com base no que foi abordado e explorado do conteúdo,

chegamos à conclusão de que o mesmo permitiria uma abordagem das múltiplas representações do ensino da álgebra (FRIEDLANDER; TABACH, 2001).

Ao optarmos por uma exploração que contemplasse um maior número de aulas, pudemos verificar o potencial do aplicativo *Desmos* como ferramenta tecnológica e como recurso educacional. A nossa proposta pedagógica de exploração do aplicativo *Desmos*, foi pensada em paralelo com a abordagem do conteúdo, de forma a permitir ao aluno construir ideias e conceitos relacionado ao estudo da Função Quadrática frente as ideias de Friedlander e Tabach (2001) referente as representações múltiplas sejam elas verbal, algébrica, numérica ou gráfica, trabalhado na perspectiva da resolução de problemas (ALLEVATTO; ONUCHIC, 2014).

A manipulação do aplicativo mediado pelas atividades propostas e orientação do professor, possibilitou aos alunos perceber o comportamento do gráfico da função por meio da análise dos coeficientes, entre outras características, fazendo uso da representação gráfica, algébrica, numérica e verbal, a medida que a interação das ideias fluía entre os integrantes de cada equipe. O aluno foi protagonista da sua própria aprendizagem, não desqualificando e nem tão pouco inibindo a presença do professor na sala. Ao contrário, sendo alvo de elogios referente a forma como as aulas foram conduzidas, sem se prender a atenção apenas na *lousa* e nas orientações do professor.

Frente aos demais aplicativos explorados na pesquisa, o *Desmos* merece destaque, por acreditamos que ao fazermos uso do mesmo, estamos levando para a sala de aula uma proposta de ensino inovador. Isso não se remete ao fato de ser um recurso tecnológico, mas sim a sua capacidade de proporcionar ao aluno uma nova forma de explorar o conteúdo, dando ao mesmo, autonomia para construir seus conhecimentos mediante orientações do professor. A manipulação algébrica e gráfica permitida pelo aplicativo, fez com que os alunos realizassem as atividades por meio do que estava sendo observado algebricamente e graficamente na tela do *smartphone*.

Em si tratando das potencialidades do aplicativo *Desmos*, percebemos que o mesmo foi capaz de atrair a atenção do aluno para a aprendizagem do conteúdo, estando sempre interessado em fazer uso do aplicativo a ponto de imbuído pelo momento, sem perceber ir aprendendo. O aplicativo foi capaz de promover a interação

aluno-professor-aplicativo, isso foi possível pois o mesmo apresenta uma proposta pedagógica acessível ao conteúdo, por apresentar clareza em suas instruções de manipulação, atratividade e uma capacidade flexível de adaptação pedagógica ao nível das atividades que se pretender desenvolver fazendo uso do mesmo.

Em relação à construção de conceitos e ideias a respeito dos conteúdos abordados por meio da exploração do aplicativo *Desmos*, podemos perceber as respostas dadas pelos alunos as atividades nos fazem perceber que esse objetivo foi alcançado por boa parte dos envolvidos nas atividades de pesquisa. Sabemos que a formação de conceito relacionado a função não é algo que acontece imediatamente, porém uma vez construído esse conceito os alunos foram capazes de defini-los utilizando palavras para especificar o conceito em questão (RIBEIRO; CURY, 2015).

De acordo com Ribeiro e Cury (2015, p. 21), o conceito “pode ser aprendido por um aluno somente por memorização mecânica ou de maneira significativa, relacionando-se em maior ou menor grau com o conceito como um todo. De posse dos resultados de nossa pesquisa, acreditamos que uma vez construído esse conceito o aluno não fez uso da memorização mecânica, pois a todo momento instigamos os alunos a refletirem sobre a análise gráfica e algébrica das atividades em estudo, para que eles mesmos fossem capazes de chegar a tais resultados.

Um dos exemplos que fortemente evidencia nossa afirmação, diz respeito a resposta dada pela *EQ1* a *Atividade 2* da *Etapa III* (. Ao propormos uma atividade que permitisse ao aluno estabelecer relações entre os coeficientes de uma função quadrática e a formado gráfico correspondente, ao preencher corretamente a tabela, por fim ele faz uma generalização com base nas suas observações ao dizer que “concluimos que o coeficiente c é igual ao ponto em que a parábola toca o eixo y ”. Indo ainda mais além do que esperávamos, na mesma atividade como resposta da *EQ4* ao preencherem corretamente a primeira coluna referente ao coeficiente a , além de analisarem a relação entre o coeficiente o sentido da concavidade (para cima ou para baixo) observaram também que “quanto maior o coeficiente a for, a parábola vai ficar mais fechada e quando o número é menor a parábola vai aumentando”.

Assim como Friedlander e Tabach (2001) defendem a ideia do uso das múltiplas representações no ensino da álgebra, Ribeiro e Cury (2015) faz uma observação a respeito da mesma temática ao acharem pertinente relacionar a

possibilidade de representar um conceito de várias maneiras, trazendo, quando possível, um modelo físico, um gráfico, uma tabela e o simbolismo correspondente. Desta forma a atividade uma vez introduzida por meio de uma situação problema atende as ideias defendidas ambos pesquisadores, assim como foi feita na abordagem da função afim e da função quadrática.

Evidenciamos que o uso do aplicativo *Desmos* favoreceu o trânsito dos alunos pelas diferentes representações pode ser destacado em alguns momentos das atividades de pesquisa. Para evidência, essa ideia fazemos uso da resposta dada pela *EQ2 a Atividade 3.2 da Etapa III*. A atividade indagava o aluno sobre o que acontecia com a função se o coeficiente $a=0$. Para chegar a resposta o aluno poderia fazer uso da linguagem algébrica e numérica para manipular os algarismos, refletir sobre os resultados e chegar a uma conclusão. Porém, o que aconteceu unanimemente foi a preferência em fazer uso da linguagem gráfica para interpretar a questão. Como resposta temos “quando o coeficiente a é igual a 0, a parábola vai se transformando em uma reta, pois a função quadrática passa a ser uma função afim”.

As janelas algébrica/numérica e gráfica do aplicativo se relacionam simultaneamente, com isso ao manipular o valor do coeficiente a na janela algébrica o aluno percebeu que o comportamento do gráfico passou de parábola para reta. Para os alunos que fizeram uso da ferramenta controle deslizante para o coeficiente a , perceberam que a medida que o valor ia se aproximando do zero a parábola ia tomando a forma de uma reta. Com isso, percebemos também a capacidade dos alunos em terem associados os conteúdos anteriores, também trabalhados com o aplicativo *Desmos*, nesse caso nos referimos a função afim. Logo, chegamos a conclusão de que os alunos foram capazes de construir conceitos que caracterizam o gráfico da função afim como uma reta e da função quadrática como uma parábola. Os alunos chegaram as mesmas conclusões referentes ao coeficiente b e c , fazendo uso da linguagem gráfica e algébrica.

Na *Atividade 5 da Etapa III*, propomos aos alunos uma exaustiva manipulação algébrica e uma posterior análise gráfica, para no fim fazerem uso da linguagem verbal para descreverem as ideias e conceitos construídos após determinarem e compreenderem geometricamente o zero da função quadrática. Em seguida, abordando a mesma temática, trabalhamos a *Atividade 6* partindo da representação gráfica, fazendo questionamento aos alunos, dentre eles “O valor de Δ dessa função

é positivo, negativo ou nulo? Justifique.” Como resposta da EQ5 temos “O valor de Δ dessa função é positivo, pois quando Δ é negativo a parábola não toca o eixo x e quando é nulo a parábola também não toca no eixo x . Então, o Δ dessa função é positivo.” A equipe soube muito bem transitar da linguagem gráfica para a linguagem verbal e algébrica, resultado da compreensão da *Atividade 5* a qual fizeram uso do aplicativo *Desmos*.

Muitas evidências, como as anteriormente apresentadas, nos levam a perceber a importância do uso do aplicativo *Desmos* em uma proposta de ensino da Matemática por meio de tecnologias móveis. É da própria natureza do ensino de funções fazer uso de fórmulas, gráficos, números e letras, sendo alvo de difícil compreensão por parte dos alunos. Com isso, fizemos a nossa proposta de pesquisa, buscando uma forma de facilitar o processo de ensino e aprendizagem da álgebra com o uso do aplicativo *Desmos*.

Muitos professores acreditam que o domínio do conteúdo seja suficiente para promover a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Porém, fica claro que o uso isolado do conhecimento do conteúdo matemático de todos os outros tipos de conhecimento que são específicos do professor de Matemática não leva às discussões necessários que atendam a realidade de qualquer sala de aula da educação básica (RIBEIRO; CURY, 2015). Sendo a habilidade de manipular aplicativos em *smartphones* um conhecimento específico do professor, associa-lo ao conhecimento do conteúdo reconfigura a sua prática de sala de aula aproximando-se da realidade dos alunos e tornando os alunos mais vulneráveis ao processo de aprendizagem. O uso do aplicativos *Desmos* nas aulas desenvolvida procura atender esse questionamento apresentado por Ribeiro e Cury (2015).

Assim como o aplicativo *Desmos*, temos vários *software* que trabalham em sua interface dinâmica conceitos e ideias algébricas e gráficas, como por exemplo, o *GeoGebra*. Diante disso, percebemos que os resultados de nossa pesquisa nos permitem qualificar o aplicativo *Desmos*, em relação a vários outros *softwares*, pela sua mobilidade e interatividade, proporcionada em sala de aula por parte dos alunos. Não significa dizer que o uso do aplicativo substitui os *softwares*, ao contrário apresenta-se como um recurso a mais, aliado ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Ao considerar essa ação inovadora de acordo com o que a Educação Matemática espera como propostas de ensino inovador, nós direcionamos em refletir as demais ações realizadas com a pesquisa. O momento inicial utilizando o aplicativo *Geoplano Digital* que permitiu aos alunos desenvolverem ideias sobre o perímetro e áreas de figuras planas é considerada como prática inovadora. A utilização tanto do material concreto geoplano como do aplicativo *Geoplano Digital* nos deixa frente a uma prática pedagogicamente planejada para atender seus objetivos fazendo uso desses recursos, permitindo ao próprio aluno por meio da manipulação do material construir conhecimentos por meio da sua observação e da mediação do professor.

As ações na qual fizemos uso dos aplicativos *Math Flash Cards*, *Math Jump* e *Math Parking* contemplam em suas atividades realizadas modelos inovadores de ensino. Esses aplicativos têm em comum o fato de explorarem as operações matemáticas. Esse conteúdo é uma lacuna gritante na realidade da maioria dos alunos de todos os níveis de ensino. A proposta realizada com esses aplicativos permitiu aos alunos um despertar para um melhor domínio das operações matemáticas. Em relação aos alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio, a realização pode não ter gerado aprendizagem para alguns, mais provocou no aluno uma reflexão sobre o seu domínio das operações matemáticas. Com os alunos do Ensino Fundamental I, por ser esse o nível de abordagem do conteúdo, a ação permitiu aos mesmos um estudo lúdico, diferente do que estavam acostumados no dia a dia, fazendo uso da *lousa* e *tabuada impressa*.

O uso dos aplicativos *Protractor*, *Matemática Elementar Móvel* e o *Teorema de Tales* não foi plausível se analisado sob a ótica de uma proposta de ensino inovadora. Essas ações não fogem do que estamos acostumados a ver nas salas de aula referente ao método tradicionalista. O fato do uso do aplicativo em alguns casos dinamizar a aula, motivar os alunos não resulta em aprendizagem. Podemos considerar as ações que envolvem o uso dos aplicativos citados acima, como aulas que seguiram o fluxo de abordagem tradicional, onde o uso do aplicativo não contribuiu a ponto de considerarmos uma proposta de ensino inovadora.

Podemos nos deparar com situações na qual o aplicativo oferece muitas possibilidades de uso, mais o professor não usa da criatividade para explorar o mesmo. Acontece também o contrário, porém o fato de ter um material de boa qualidade já ajuda bastante. Nesta perspectiva, concluímos que o aplicativo *Desmos*

é uma ferramenta tecnológica de boa qualidade a qual oferece suporte ao professor para ensinar e ao aluno para aprender. No momento em que abordamos o conteúdo de Função Afim o foco de nossa pesquisa estava em explorar as funcionalidades do aplicativo, enquanto que, ao explorarmos a Função Quadrática o conteúdo foi explorado no âmbito da pesquisa por já conhecermos capacidade do aplicativo em contribuir significativamente com o ensino da álgebra.

Com o fim das atividades desenvolvidas na pesquisa somos capazes de elucidar algumas indagações iniciais que também são compartilhadas por Silva e Andrade (2016) ao relatar que para muitos professores ainda persistem a dúvida se o uso de recursos tecnológicos é capaz de gerar aprendizagem ou se apenas trata-se de motivação dos alunos. É evidente que a natureza tecnológica desses recursos tem a capacidade de motivar os alunos. Se essa for a única característica passível de identificação pelo professor ao fazer uso da tecnologia em sala de aula, deverá refletir sobre sua prática, pois a nossa pesquisa nos mostra resultados que vão além da motivação dos alunos. Com o uso do aplicativo no *smartphone* os alunos se sentem mais seguros, confiante e motivado dispondo de mais tempo para analisar o processo de resolução e exploração de problemas como vimos em algumas das nossas atividades de pesquisa (SILVA; ANDRADE, 2016).

De forma geral, com o uso dos aplicativos foi possível trabalhar na maioria dos casos o erro do aluno. Aplicativos que portavam essa funcionalidade foram explorados após a abordagem dos conteúdos. O *Math Flash Cards*, *Math Jump* e o *Math Parking*, por abordarem as operações matemáticas, não permitem ao aluno refletir sobre o erro, pois de imediato já lançam mão de outra operação matemática. Ao fazer uso do aplicativo *Teorema de Tales*, o aluno até dispõe de tempo para reflexão, mas o fato do aplicativo apresentar toda a resolução do exercício não instiga o aluno a pensar no seu erro, uma vez que o resultado final já vem junto com o passo a passo de resolução do exercício.

O quantitativo de atividades desenvolvidas com a pesquisa nos permitiu em um primeiro momento a exploração dos aplicativos por meio de exercícios. Em seguida com o desenvolver da pesquisa e as potencialidades identificadas em alguns aplicativos, passamos a explorar o conteúdo por meio do uso do aplicativo, voltando a atenção da pesquisa para a construção de conceitos e a formação de ideias matemáticas. Isso foi possível mediante a reflexão feita após a realização de cada

etapa e cada ação da pesquisa, nos permitindo apresentar uma visão geral de como os aplicativos educacionais abordam os conteúdos matemáticos e como abordar um conteúdo matemático fazendo uso de um aplicativo.

A análise da prática pedagógica nos possibilitou uma reflexão da pesquisa em si, ao mesmo tempo que nos permitiu uma auto avaliação de nossa prática pedagógica, sobre a forma como utilizar a tecnologia de modo a fugir dos métodos tradicionais de ensino, chegando a ser considerada como uma prática de ensino inovadora. Não viemos até aqui apresentar aulas prontas, nem tão pouco trazer uma relação de aplicativos que pudesse ser utilizado para cada conteúdo matemático. Mas sim, apresentar resultados de uma pesquisa preocupada em verificar nos aplicativos disponíveis para *download* nas lojas virtuais, potencialidades voltadas ao ensino de matemático. Isso não significa dizer que estamos interessados apenas em identificar características que favoreçam o uso do aplicativo, mas também tivemos a preocupação de apresentar as limitações identificadas em cada aplicativo.

Sentimos a necessidade de deixar transparecer a forma como pensamos pedagogicamente cada ação da pesquisa. No momento de seleção dos aplicativos, na maioria dos casos, nossa proposta foi explorar o conteúdo por meio de exercícios, atividades práticas e paralelamente ao conteúdo. Porém, o processo como ocorreu o planejamento pedagógico de inserção dos aplicativos na prática apresentou algumas lacunas. Em sua maioria, preparamos inicialmente a aula expositiva e dialogada, para em seguida explorar o conteúdo por meio de exercícios. Essa sequência foi algo comum nas ações da segunda parte da pesquisa o que difere totalmente da nossa proposta pedagógica contemplada na parte final da pesquisa, onde priorizamos o conteúdo como investigação de pesquisa fazendo uso do aplicativo, resultado de um amadurecimento das ideias pedagógicas oriunda da pesquisa.

Nossa pesquisa volta-se para uma pequena porção de aplicativos, se levado em consideração a quantidades de aplicativos educacionais voltados ao ensino de Matemática que estão disponíveis para *download*. Desta forma, buscamos em sua totalidade dar suporte para que ao se ousar explorar outros aplicativos, possam encontrar em nossa pesquisa suporte para classificá-lo mediante as nossas observações, como também despertar um pensamento reflexivo em como trabalhar o aplicativo como forma de ensino inovadora, com base nas discussões feitas e atividades realizadas com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. A. L. **O uso do *smartphone* na rotina produtiva do jornalismo**: um olhar sobre os jornais impressos piauienses. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que através da Resolução de Problemas?. In: ONUCHIC, L. R. et al. (Org). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.
- AMADO, N. M. P.; CARREIRA, S. P. G. Recursos tecnológicos no ensino e aprendizagem matemática. In: DULLIUS, M. M. QUARTIERI, M. T. (Org). **Explorando a Matemática com aplicativos computacionais**: anos iniciais do ensino fundamental. 1. ed. Lajeado: Editora da Univates, 2015. p. 9-18.
- ANDRADE, M. V. M.; JÚNIOR, C. F. A.; SILVEIRA, I. F. Critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (m-learning). **Nuevas Ideas em Informática Educativa**, Chile, p.544-549, 2015.
- APP ANNIE. **App Annie 2017 Retrospective**. Califórnia: Copyright, 2018.
- . **App Annie Market Forecast 2016-2021**. Califórnia: App Annie, 2017.
- ASSMANN, H. A metamorfose do aprender na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 7-15, 2000.
- ATTARD, C.; NORTHCOTE, M. **Mathematics on the move**: Using mobile technologies to support student learning (Part 1). Austalian Primary Mathematics Classroom, Australia, v. 16, n.4, p. 29-31, 2011.
- _____. **Mathematics on the move**: Using mobile technologies to support student learning (Part 2). Austalian Primary Mathematics Classroom, Australia, v. 17, n.1, p. 29-32, 2012.
- BAE, J.; KIM, S. Research on Educational Use of Smart-Phone Applications with Smart Clicker Technique. In.: JEONG, H. Y. et al. (Org). **Advances in Computer Science and its Applications**. DE: Springer, 2017. p. 597-602.
- BAIRRAL, M. A. **O que fazer quando os dispositivos móveis entram em sala de aula?** Algumas reflexões a partir da Educação Matemática. Encontro Nacional de Educação Matemática, 12., São Paulo: SBEM, 2016.
- BARROS, D. M. V. (Orgs.) et al. **Educação e tecnologias**: reflexão, inovação e práticas. Lisboa, 2011. Disponível em: <<http://www.intaead.com.br/ebooks1/livros/pedagogia/18.Educa%E7%E3o%20e%20Tecnologias.pdf>>
- BIANCHINI, E. **Matemática Bianchini**. 8. ed. São Paulo: Moderna, v. 3 e 4, 2015.

BLOG DO ANDROID. **Sobre o surgimento e realidade dos aplicativos.** Blog do Android, 2014. Disponível em: < <http://www.blogdoandroid.com/2014/10/sobre-o-surgimento-e-realidade-dos-aplicativos/>>. Acesso em: 15 de abr. de 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. Tradução de: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista.

BORBA, M. C.; LACERDA, H. D. G. Políticas públicas e tecnologias digitais: um celular por aluno. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo: v.17, n.3, p. 490-507, 2015.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento.** 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

BOTZER, G.; YERUSHALMY, M. **Mobile Application for Mobile Learning.** IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, Haifa University: 2007. Tradução: CELDA.

BRASIL. **Guia de Estudo:** Unidade Formativa II. Brasília: Programa Nacional de Inclusão de Jovens – Projovem Urbano, 2012.

_____. **Orientações Curriculares Nacionais:** Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica - Brasília, DF: MEC/ SEF, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Matemática. Secretaria de Educação Básica - Brasília, DF: MEC/ SEF, 1998.

CARREIRA, S. Matemática e tecnologia – Ao encontro dos “nativos digitais” com os “manipulativos virtuais”. **Quadrante**, Lisboa, v. 18, n.1 e 2, 2009.

CHINELLATO, T. G.; DOMINGUES, N. S.; ROMANELLO, L. A. **O uso de aplicativos do Google Play e atividades investigativas em Educação Matemática.** In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 12., 2016, São Paulo, Minicurso, São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2016. p. 1-8.

COSTA, G. S.; XAVIER, A. C. **Aprendizagem formal, não-formal e informal com a tecnologia móvel: um processo rizomático.** Congresso Internacional TIC e Educação, 3., Lisboa: Ticeduca, 2014.

COXFORD, A. F.; SHULTE, A. P. (Org). **As ideias da álgebra.** São Paulo: Atual, 1995. Tradução de: Hygino H. Domingues.

DÂMASO, L. **Tecnologia na educação: professores adotam apps e computadores em aula.** TechTudo, 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/10/professoras-adotam-aplicativos-e-computadores-em-sala-de-aula-no-brasil.html>>. Acesso em: 20 de abr. de 2017.

DRIGAS, A. S.; PAPPAS, M. A. A Review of Mobile Learning Applications for Mathematics. **International Journal of Interactive Mobile Technologies, Áustria, v. 9, n. 3, p. 18-23, 2015.**

DULLIUS, M. M.; QUARTIERI, M. T. (Org). **Explorando a Matemática com aplicativos computacionais: anos iniciais do ensino fundamental.** 1. ed. Lajeado: Editora da Univates, 2015.

ECONOMIDES, A. A. **Requirements of mobile Learning applications.** International Journal of Innovation and Learning, Grécia: 2008. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.519.6567&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

FERREIRA, D. F. M. A. **Aprendizagem móvel no Ensino Superior: o uso do Smartphone por alunos do curso de Pedagogia.** 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica), Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2015.

FRAND, J. L. The information-age mindset: Changes in students and implications for higher education. **Educase review**, p.15-24, set./oct. 2000.

FRIEDLANDER, A.; TABACH, M. Promoting Multiple Representations in Algebra. In.: Yearbook 2001 (Org). **The Roles of Representation in School Mathematics.** Estados Unidos: National Council of Teachers of Mathematics, 2001. p. 173-185.

FTD. **Manual de Tecnologia.** 1ª ed. São Paulo: FTD, [2015?] Disponível em: < http://www.ftd.com.br/marketing/downloads/Manual_Tecnologia.pdf>

GARCIA, M. F. et al. **Novas competências docentes frente às tecnologias digitais interativas.** Revista Teoria e Prática da Educação, Paraná, v. 14, n. 1, p. 79-87, 2011.

HIGUCHI, A. A. S. **Tecnologias móveis na educação.** 90f. Dissertação (Mestrado em educação Arte e História da Cultura), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

KNIJNIK, G. **Aprendendo e ensinando Matemática com o geoplano.** 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2004.

KOOLE, L. M. A model for Framing Mobile Learning. In.: ALLY, M. (Org). **Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training.** Canada: AU Press, 2009. p. 25-47.

LANKSHEAR, C.; KNOBEL, M. **Pesquisa pedagógica: do projeto à implementação.** Porto Alegre: Artmed, 2008. Tradução de: Magda França Lopes.

LARKIN, K. **Mathematics Education: Is there an App for that?** MERGA Mathematics Education Research Group of Australasia. Australia, 2013. Disponível em: < <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572942.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligências: o futuro do pensamento na era da informática**. 13 ed. São Paulo: Editora 34, 1993. Tradução de: Carlos Irineu da Costa.

LIMA, C. M. **O mundo dos apps**. Administradores, 2016. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/o-mundo-dos-apps/93426/>>. Acesso em: 15 de abr. de 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MASTRONICOLA, N. O. **Trigonometria por APP**. 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

OZDAMLI, F. Pedagogical framework of m-learning. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. v. 31, p. 927 – 931, 2012.

PAPEL. **Aplicativos para celular: a evolução tecnológica para aparelhos celulares**. Programa de Apresentação de Produção Editorial para Leigos (PAPEL), 2012. Disponível em: <<https://producaoed.wordpress.com/>>. Acesso em: 16 de abr. de 2017.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. 2. reimpr. Rio de Janeiro: Interciência, 1995. Tradução e adaptação de: Heitor Lisboa de Araújo.

PONTUAL, J. **Aplicativos de celular batem recorde de download no fim do ano**. Jornal da Globo, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/01/aplicativos-de-celular-batem-recorde-de-downloads-no-fim-do-ano.html>>. Acesso em: 16 de abr. de 2017.

PORTO, F. **Aplicativos mobile: definições, história e previsões**. Tec Triade, 2012. Disponível em: <<http://tectriadebrasil.com.br/blog/mercado-de-midias-sociais-blog/aplicativos-mobile-definicoes-historia-e-previsoes/>>. Acesso em: 14 de abr. de 2017.

PRENSKY, M. **“Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!”: como os vídeo-games estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI – e como você pode ajudar!** São Paulo: Phorte, 2010. Tradução de: Livia Bergo.

RIBEIRO, A. J.; CURY, H. N. **Álgebra para a formação do professor: explorando os conceitos de equação e de função**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

ROMANELLO, L. A. **Potencialidades do uso do celular na sala de aula: atividades investigativas para o ensino de função**. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

SANCHES, R. **O primeiro celular da história**. Techtudo, 2011. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2011/07/o-primeiro-celular-da-historia.html>>. Acesso em: 28 de maio de 2017.

SANTAELLA, L. Desafios da ubiquidade para a educação. **Revista Ensino Superior Unicamp**, São Paulo, p. 19-28, abr. 2013.

SCHOEN, H. L. Ensinar a álgebra elementar focalizando problemas. In: COXFORD, A. F.; SHULTE, A. P. (Org). **As ideias da álgebra**. São Paulo: Atual, 1995. Tradução de: Hygino H. Domingues.

SHULER, C.; WINTERS, N.; WEST, M. **O Futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas**. Brasília: UNESCO, 2014.

SILVA, L. M. **Compreensão de ideias essenciais ao ensino-aprendizagem de funções via resolução, proposição e exploração de problemas**. 2013. 306 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

SILVA, V. S.; ANDRADE, S. Resolução e exploração de problemas com o uso das tecnologias nas aulas de Matemática. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, Aracajú, Ano IX, v. 9, 2016.

SKILLEN, M. A. **Mobile Learning: Impacts on Mathematics Education**. China: Proceedings of the XX Asian Technology Conference in Mathematics, 2015. p. 205-214.

SOUZA, J. R. **Novo Olhar: Matemática**. 2. ed. São Paulo: FTD, v.1, 2013.

TALEB, Z.; AHMADI, A.; MUSAVI, M. The effect of m-learning on Mathematics Learning. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 171, p. 83-89, 2015.

TIC KIDS ONLINE BRASIL. **Pesquisa sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no Brasil 2016**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2017.

UNESCO. **Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel**. Brasil: UNESCO, 2013.

XAVIER, A. C. Aplicativos educacionais: teoria e prática. **Youtube**, 13 jan. 2014. In: Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, 5., Colóquio Internacional de Educação com Tecnologias, 1., 2013, Recife, Mesa-Redonda, Recife: Universidade Federal do Pernambuco, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=teBb67XmPGo>>. Acesso em: 10 out. 2017.

YERUSHALMY, M.; BEN-ZAKEN, O. **Mobile phones in Education: the case of mathematics**. Institute for Alternatives in Education. University of Haifa: oct. 2004.

ZHANG, M. et al. Using Math Apps for Improving Student Learning: an exploratory study in an inclusive fourth grade classroom. **TechTrends**, University of Texas at El Paso, v. 59, n. 2, p. 32-39, mar. 2015.