

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

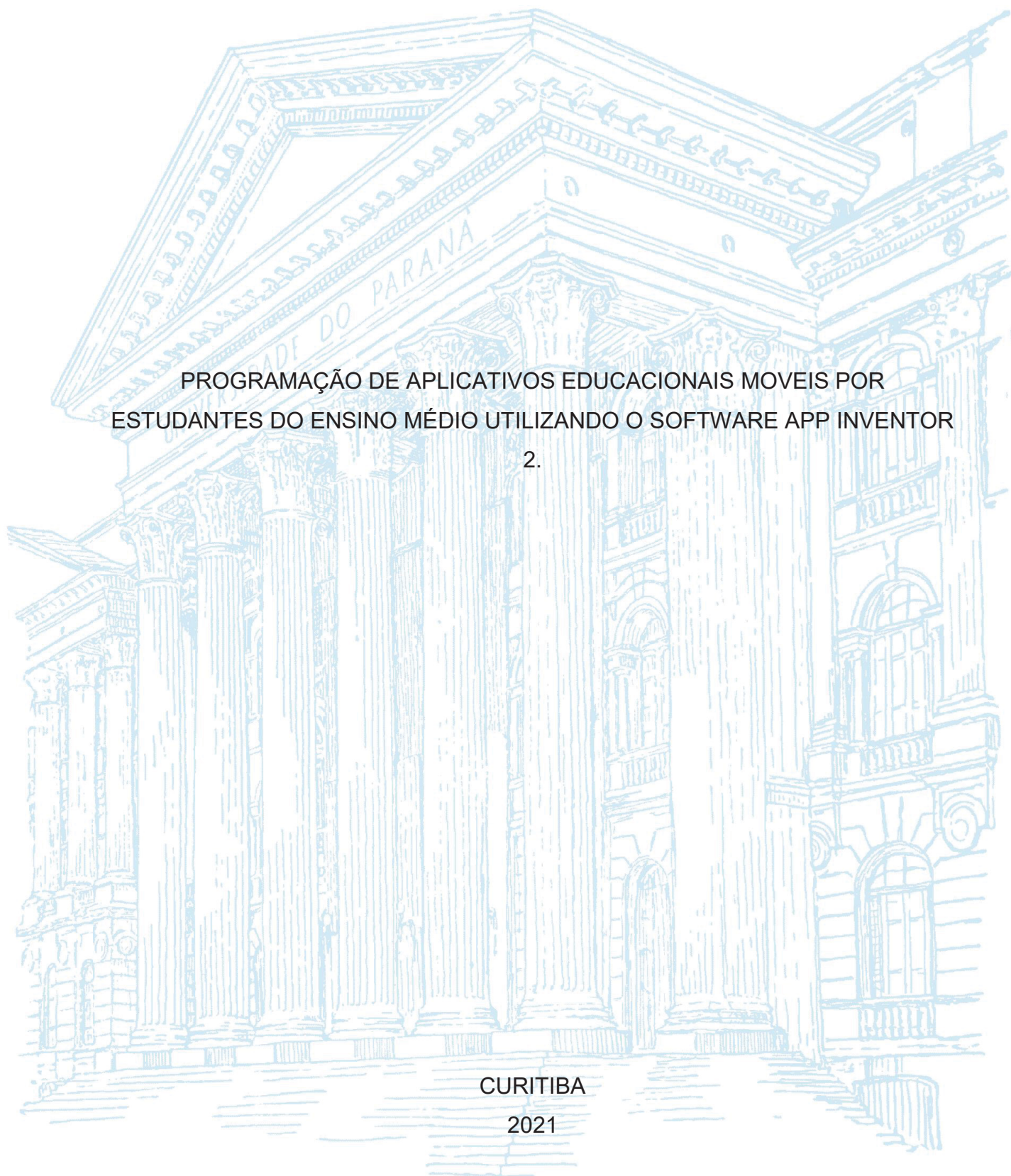
ÂNGELA TABORDA RIBAS

PROGRAMAÇÃO DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS MOVEIS POR  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O SOFTWARE APP INVENTOR

2.

CURITIBA

2021



ÂNGELA TABORDA RIBAS

PROGRAMAÇÃO DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS MOVEIS POR  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O SOFTWARE APP INVENTOR  
2.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática na linha de educação em Matemática, setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Souza Motta.

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

---

- R482p Ribas, Ângela Taborda  
Programação de aplicativos educacionais moveis por estudantes do ensino médio utilizando o software APP inventor 2 [recurso eletrônico] / Ângela Taborda Ribas – Curitiba, 2021.
- Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática
- Orientador: Prof. Dr. Marcelo Souza Motta
1. Tecnologia educacional. 2. Programação visual. 3. App Inventor 2 (Software) I. Universidade Federal do Paraná. II. Motta, Marcelo Souza. III. Título.
- CDD: 006.33



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA - 40001016068P7

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ÂNGELA TABORDA RIBAS** intitulada: **PROGRAMAÇÃO DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO O SOFTWARE APP INVENTOR 2**, sob orientação do Prof. Dr. MARCELO SOUZA MOTTA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Agosto de 2021.

Assinatura Eletrônica

27/08/2021 13:32:06.0

MARCELO SOUZA MOTTA

Presidente da banca examinadora

Assinatura Eletrônica

27/08/2021 17:23:10.0

TARLIZ LIAO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica

27/08/2021 14:54:55.0

TANIA TERESINHA BRUNS ZIMER

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

---

Rua Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Centro Politécnico - Edifício da Administração - 4º. Andar - CURITIBA - Paraná - Brasil CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3696 - E-mail: ppgecm@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

---

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 108758

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 108758

Dedico esse trabalho a todas as mulheres, em especial a minha mãe, minha irmã e minha avó Francisca, professoras, que tanto me incentivam e compartilham comigo as dores e amores desta profissão. A minha sobrinha Estela, que mesmo muito jovem vive conosco todas estas delícias. Ao meu pai que mesmo sem ser professor por formação, nos ensina diariamente a nobreza da vida, do ser humano e do trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pela vida, pelo incentivo, pelo exemplo e paciência, por sempre acreditarem na minha capacidade e pelo imenso amor. A minha irmã Elize pelo incentivo e por dividir a missão de sermos filhas de quem somos e pelo compartilhamento da profissão. A minha sobrinha Estela pela inspiração, carinho e esperança de um futuro melhor. A minha avó que com seus 101 anos completos, divide comigo o gosto pela sala de aula e pela matemática, me pergunta sempre como vai minhas aulas, meus alunos e meu estudo, e divide as histórias de como foi lecionar até os 70 anos de idade.

A todos os meus amigos, de perto e de longe, que sempre com muito carinho e parceria me divertiram, me ouviram, me incentivaram, apoiaram, não soltaram a minha mão em nenhum momento, e assim como eu, sempre acreditaram neste trabalho, para os representar cito a minha amiga Flavia, uma das minhas irmãs por escolha, que esteve sempre ao meu lado em todo o meu percurso desde a universidade e quem eu tanto admiro.

Aos meus alunos que pacientemente se dispuseram a participar deste trabalho, com tanta atenção e entendimento da importância dele, tanto emocionalmente, quanto profissionalmente.

A equipe diretiva do colégio em que esta pesquisa foi realizada, em especial a diretora geral Rosana Andolfato, por acreditar nos professores e alunos e permitir que tudo isso fosse possível dentro da instituição.

Aos integrantes do GPINTEDUC, grupo de pesquisa que faço parte, que sempre contribuiu com meus estudos.

A todos os colegas e professores do PPGECEM e PPGFCET, programas nos quais cursei disciplinas ao longo desta caminhada

A minha banca de qualificação, professora Tania Zimer e professor Tarliz Lião que aceitaram compor a banca de defesa, para juntos contribuírem com este trabalho. E ao meu orientador, professor Marcelo Souza Motta, pelo incentivo, pela escolha, pelas contribuições, por acreditar na minha capacidade e pelos auxílios em cada etapa.

Aos professores, fica o convite para que não descuidem de sua missão de educar, nem desanimem diante dos desafios, nem deixem de educar as pessoas para serem “águias” e não apenas “galinhas”. Pois, se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda.

(FREIRE, 2000, p. 67)

## RESUMO

O trabalho aqui apresentado propõe uma pesquisa com abordagem qualitativa, que tem como objetivo investigar como os estudantes da 3<sup>o</sup> série do Ensino Médio ressignificam sua aprendizagem, por meio da programação de aplicativos educacionais móveis, utilizando o software App Inventor 2. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública da cidade de Curitiba. Para realização da análise, desenvolvemos um estudo de caso, explorando o conteúdo de Geometria Analítica, com uma turma com 25 alunos, no 3<sup>o</sup> trimestre de 2019. Os aplicativos foram criados pelos estudantes, no laboratório de informática da escola, em equipes formadas por 5 alunos. Os aplicativos foram desenvolvidos sobre: Coeficiente angular da reta; Baricentro; Distância entre dois pontos no plano cartesiano; Ponto médio e Quiz sobre Geometria Analítica. A questão norteadora desta pesquisa é: A programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2 pode auxiliar os estudantes da 3<sup>a</sup> série do Ensino Médio a ressignificarem suas aprendizagens? Utilizamos como instrumentos de observações: anotações, questionários, gravações, mapas conceituais e listas de exercícios. Os dados coletados foram analisados a partir dos procedimentos metodológicos, que se baseiam na Aprendizagem Significativa. Os estudantes se mostraram receptivos ao trabalho com smartphones nas aulas de matemática, desenvolvendo um trabalho colaborativo com mediação docente. Os resultados indicam que é possível promover um ambiente diferenciado em sala de aula a partir do uso de aparelhos smartphones e, identificamos no software App Inventor 2 auxílio para a inserção desta ferramenta na disciplina de matemática. Os conceitos que os estudantes tinham trabalhado sobre o conteúdo de Geometria Analítica serviram de subsunçores para a aquisição de novos significados em relação ao mesmo, de tal maneira, que a Aprendizagem Significativa aconteceu efetivamente durante este trabalho.

**PALAVRAS – CHAVE:** App Inventor 2, Aprendizagem significativa, Programação Visual, Educação Matemática, Tecnologias Digitais, COVID-19.

## **ABSTRACT**

The work presented here proposes a research with a qualitative approach, which aims to investigate how high school students give new meaning to their learning, through the programming of mobile educational applications, using the App Inventor 2 software at a public school in the city of Curitiba. To carry out the analysis, we developed a case study, exploring the content of Analytical Geometry, with a class of 25 students, in the 3rd quarter of 2019. The applications were created by the students, in the school's computer lab, in teams consisting of 5 students. The applications were developed on: Angular coefficient of the straight line; Barycenter; Distance between two points on the Cartesian plane; Midpoint and Quiz on Analytical Geometry. The guiding question of this research is: Can the programming of mobile educational applications in the App Inventor 2 software help third-grade high school students to give new meaning to their learning? We used as observation instruments: notes, questionnaires, recordings, concept maps and exercise lists. The collected data were analyzed from the methodological procedures, which are based on Meaningful Learning. Students were receptive to working with smartphones in math classes, developing collaborative work with teacher mediation. The results indicated that it is possible to promote a differentiated environment in the classroom through the use of smartphones and, in the App Inventor 2 software, we identified an aid for the insertion of this tool in the mathematics discipline. The concepts that students had worked on about the content of Analytical Geometry served as subsumers for the acquisition of new meanings in relation to it, in such a way that the Meaningful Learning effectively happened during this work.

**KEY WORDS:** App Inventor 2, Meaningful Learning, Visual Programming, Mathematics Education, Digital Technologies, COVID-19.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 - FASES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS .....   | 25 |
| FIGURA 2 - PIRAMIDES CONCEITUAIS .....  | 36 |
| FIGURA 3 - MAPAS CONCEITUAIS.....   | 38 |
| FIGURA 4 - EXEMPLO DA COMPOSIÇÃO DE UMA PROPOSIÇÃO NO MAPA<br>CONCEITUAL .....                    | 40 |
| FIGURA 5 - CICLO DESCRIÇÃO - EXECUÇÃO - REFLEXÃO – DEPURAÇÃO -<br>DESCRIÇÃO.....                  | 46 |
| FIGURA 6 - EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO NO APP INVENTOR 2.....  | 51 |
| FIGURA 7 - EXEMPLO DA INTERFACE DO SOFTWARE COM A SIMULAÇÃO DA<br>TELA DO <i>SMARTPHONE</i> ..... | 52 |
| FIGURA 8 - SALA DE INFORMÁTICA.....   | 60 |
| FIGURA 9 - INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....   | 64 |
| FIGURA 10 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS .....  | 65 |
| FIGURA 11 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS .....  | 66 |
| FIGURA 12 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS .....  | 66 |
| FIGURA 13 - QUESTIONÁRIO DE SAÍDA.....  | 67 |
| FIGURA 14 – PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 1.....   | 73 |
| FIGURA 15 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 2 .....  | 74 |
| FIGURA 16 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 3 .....  | 75 |
| FIGURA 17 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 4 .....  | 76 |
| FIGURA 18 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 5 .....  | 76 |
| FIGURA 19 – TALAS 1 E 2 DO APLICATIVO TANTO FAZ.....  | 78 |
| FIGURA 20 - PROGRAMAÇÃO DAS DUAS PRIMEIRAS TELAS DO APLICATIVO<br>TANTO FAZ .....                 | 78 |
| FIGURA 21 - TELAS 3 E 4 DO APLICATIVO TANTO FAZ.....  | 79 |
| FIGURA 22 – PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 3 E 4 DO APLICATIVO TANTO FAZ                                   | 80 |
| FIGURA 23 - TELAS 1 E 2 DO APLICATIVO BARYCENTER .....  | 81 |
| FIGURA 24 - TELA 3 DO APLICATIVO BARYCENTER.....  | 81 |
| FIGURA 25 - PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 1, 2 E 3 DO APLICATIVO<br>BARYCENTER.....                       | 82 |
| FIGURA 26 - TELA 1 E 2 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA .....                                 | 83 |
| FIGURA 27 - TELA 3 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA.....                                      | 84 |



## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 - PLANEJAMENTO DOS ENCONTROS .....                               | 58 |
| QUADRO 2 - SÍNTESE DAS RESPOSTAS OBTIDAS NO QUESTIONÁRIO INICIAL<br>..... | 69 |
| QUADRO 3 - QUANTIDADE DE ACERTOS NA LISTA DE EXERCÍCIOS .....             | 97 |

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

|           |   |
|-----------|---|
| TD        | - Tecnologia Digital  |
| GPINTEDUC | - Grupo de pesquisa em Inovação e Tecnologia na Educação          |
| AEM       | - Aplicativos educacionais móveis                                 |
| PPGECM    | - Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências e Matemática. |
| UFPR      | - Universidade Federal do Paraná                                  |
| EDUCOM    | - Educação com computadores                                       |
| CIED      | - Centro Integrado de Educação e Desenvolvimento 1                |
| PROINFO   | - Programa Nacional de Informática na Educação                    |
| UCA       | - Um Computador por Aluno   |
| SEI       | - Secretária Especial de Informática                              |
| TIC       | - Tecnologias da informação e comunicação                         |
| MIT       | - Massachusetts Institute of Technology                           |

## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>15</b>  |
| <b>2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA</b> .....  | <b>21</b>  |
| 2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO .....   | 21         |
| 2.2 O USO DE <i>SMARTPHONES</i> NO ENSINO DA MATEMÁTICA.....   | 27         |
| <b>3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E OS MAPAS CONCEITUAIS</b> .....                                     | <b>32</b>  |
| 3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....  | 32         |
| 3.2 MAPAS CONCEITUAIS .....  | 37         |
| <b>4 CONSTRUCIONISMO, PROGRAMAÇÃO VISUAL E O SOFTWARE APP<br/>INVENTOR 2</b> .....                   | <b>42</b>  |
| 4.1 CONSTRUCIONISMO.....   | 42         |
| 4.2 PROGRAMAÇÃO VISUAL .....   | 47         |
| 4.3 SOFTWARE APP INVENTOR 2 .....  | 49         |
| <b>5 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....   | <b>55</b>  |
| 5.1 A PESQUISA.....  | 55         |
| 5.2 ETAPAS INICIAIS E ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA .....  | 56         |
| 5.3 A INSTITUIÇÃO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA .....   | 59         |
| 5.4 OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.....   | 60         |
| 5.5 A DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS PARA DESENVOLVIMENTO DOS<br>APLICATIVOS.....                           | 61         |
| <b>6 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....   | <b>68</b>  |
| 6.1 O QUESTIONÁRIO INICIAL.....  | 69         |
| 6.2 MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS .....   | 71         |
| 6.3 A PROGRAMAÇÃO DOS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS PELOS<br>ESTUDANTES UTILIZANDO O APP INVENTOR 2..... | 77         |
| 6.4 A LISTA DE EXERCÍCIOS .....  | 96         |
| 6.5 OS MAPAS CONCEITUAIS FINAIS.....   | 97         |
| 6.6 O QUESTIONÁRIO FINAL .....   | 104        |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | <b>108</b> |
| <b>REFERENCIAS</b> .....   | <b>112</b> |
| <b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....   | <b>118</b> |
| <b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL</b> .....   | <b>119</b> |
| <b>APÊNDICE C – LISTA DE EXERCÍCIOS</b> .....  | <b>120</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Antes de iniciar a apresentação do trabalho aqui proposto, peço licença para apresentar um pouco da minha trajetória pessoal e acadêmica até o desenvolvimento desta pesquisa. Faço parte de uma família de professores, avó, mãe, irmã e tias. Minha avó materna, já centenária, tem uma história linda dentro do magistério. Ela sempre me incentivou a cursar a disciplina de Matemática.

No Ensino Médio, eu gostava muito dos desafios que as aulas de Matemática me apresentavam. Quando chegou o momento de escolher o curso para o qual prestaria vestibular, ouvi várias vezes que não seria fácil caso eu optasse por ser professora e mais uma vez esse desafio me motivou. Fui aprovada no vestibular para cursar Licenciatura em Matemática na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, no ano 2000. No primeiro ano da universidade eu já iniciei a minha carreira no magistério, com substituições em escolas particulares e estaduais, e aulas particulares individuais. No terceiro ano do curso, em 2003, mesmo trabalhando, paralelamente, com o magistério em um banco, prestei o concurso para o estado do Paraná, no qual fui aprovada. Porém, não era possível assumir o cargo pois ainda era acadêmica. Desta forma, fui para o final de lista, sendo chamada novamente, por coincidência uma semana depois que concluí o curso de Licenciatura em Matemática no ano de 2004. Desta vez, já licenciada em Matemática, assumi como professora regente 40 aulas, sendo 20 horas aula referente ao concurso prestado e aprovada e mais 20 horas aula como atividade extraordinária. Em 2007 prestei novo concurso, fui aprovada novamente, assumindo nova vaga em 2012. A partir deste ano segui ministrando 40 horas aula, dessa vez de forma efetiva e não mais uma parte delas sendo extraordinária.

Durante os 14 anos, entre 2004 e 2018, fiz vários cursos propostos pela Secretaria de Educação do Paraná, não somente nas escolas como também fora delas, tanto na área de Matemática como na área pedagógica. Realizei, também, alguns cursos de especialização, como Epistemologia da Matemática Experimental, Inclusão e Gestão Escolar.

Com a universidade, os cursos realizados, inclusive de especialização e todos os anos de experiência profissional, percebendo o quanto é necessário abriremos os horizontes para as tecnologias digitais nas escolas em geral, mas principalmente na rede pública de ensino, motivei-me a seguir o meu

aprofundamento no assunto, preparando-me para participar do processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciência e Matemática da Universidade Federal do Paraná (PPGECM) sendo aprovada e ingressando no início de 2019.

O projeto apresentado no processo de seleção do PPGECM - UFPR por mim, referia-se à utilização do software App Inventor 2 para programação de aplicativos pelos próprios estudantes, o qual o professor orientador Doutor Marcelo Souza Motta aprimorou e desde então seguimos com a pesquisa e desenvolvimento deste trabalho.

Desde o ingresso no mestrado, passei a fazer parte de um grupo de pesquisa liderado pelo meu orientador. Trata-se do Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação (GPINTEDUC). O grupo objetiva fomentar a integração de inovações e tecnologias nas dinâmicas das ações pedagógicas, priorizando o papel ativo dos estudantes na aprendizagem. Estimula-se que os participantes desenvolvam um olhar reflexivo sobre as novas práticas pedagógicas e tecnológicas para o contexto educacional, dedicando-se à pesquisa e à inovação. Criado em 2017, atualmente conta com 20 participantes, sendo, em sua maioria, estudantes da Pós-Graduação, com pesquisas voltadas ao uso de tecnologias e inovações nos contextos de ensino e aprendizagem. O grupo contribuiu com o desenvolvimento desta pesquisa tanto em termos de incentivo, compreensões e reflexões, quanto na colaboração teórica. Assim, em algumas partes do texto serão utilizadas definições oriundas do GPINTEDUC.

Quando pensamos em tecnologia, é comum pensarmos na modernidade e em aparelhos eletrônicos, porém ela vai além desses aparatos contemporâneos, sendo qualquer instrumento criado pelo homem para facilitar ou auxiliar alguma atividade ou processo. Assim, a invenção da roda e o processo de acender o fogo na antiguidade demonstram o desenvolvimento humano na busca de soluções para seus problemas. Esses são apenas dois dos grandes exemplos de tecnologias que auxiliam a humanidade. Desta forma, tudo o que está ao nosso redor criado pelo homem, que nos proporciona facilidade, conforto e agilidade pode ser considerado tecnologia, até o que já faz parte de nossas vidas e não nos imaginamos sem, como um talher, por exemplo.

Entre as tecnologias desenvolvidas pela humanidade, podemos citar as tecnologias digitais (TD), como computadores, tablets e *smartphones*. Essas

tecnologias facilitam o cotidiano das pessoas e modificam nossa forma de comunicação e acesso à informação.

Muitas escolas já disponibilizam tablets e computadores para desenvolvimento de atividades escolares e vários professores mantêm uma interação pedagógica com seus estudantes através das redes sociais. Essa presença das TD e interação pedagógica é evidenciada nos trabalhos de Motta (2008), Romanello (2016), Borba (2017), Rocha e Motta (2017) e Elias (2018). Desse modo, percebemos que as TD também podem influenciar os processos de ensino e aprendizagem.

Considerando a presença das TD na sociedade, pensamos nos impactos que elas podem causar na escola e nos processos pedagógicos. Essa reflexão nos mostra que apesar dos grandes avanços científicos e tecnológicos, a escola tem permanecido estagnada ao longo dos anos. Ainda há predomínio de aulas tradicionais, com professores transmitindo informações e estudantes pouco ativos.

Quando refletimos sobre as mudanças necessárias nos papéis dos professores e dos estudantes e na importância da relação dos conteúdos, aprendidos notamos que a escola ainda precisa de muitas alterações. Uma dessas alterações diz respeito ao distanciamento entre os conteúdos apresentados na escola e o contexto do estudante. Para Lins (2012), esse distanciamento prejudica a futura atuação do estudante como cidadão. Para o autor, a sociedade espera cidadãos críticos e com habilidades de tomada de decisão, resolução de problemas e mudanças de estratégias.

Segundo Mandaji et al. (2018), essas habilidades não são desenvolvidas na escola e demonstram a necessidade de utilização de novas metodologias, como as que são possibilitadas com a utilização de TD, mais especificamente a partir da programação. A utilização das TD na Educação contribui para que os estudantes percebam e deem significado a aprendizagem da matemática tendo como meio um ambiente informatizado (MOTTA e SILVEIRA, 2010; ELIAS, 2018).

Vemos que Mandaji et al. (2018), Motta e Silveira (2010) e Elias (2018) convergem no entendimento de que as TD podem contribuir com o aprendizado matemático. Contudo, entendemos que elas não devem ser vistas como soluções definitivas para os problemas educacionais, mas que representam alterações que podem ser significativas no desenvolvimento de habilidades e na aproximação da realidade estudantil com os conteúdos escolares. Esse entendimento é pautado nos

discursos de Kenski (2011) e de Borba, Silva e Gadanidis (2015). Os autores supracitados pontuam a importância da escolha apropriada das tecnologias, além de afirmarem que o aprendizado é alterado na presença delas.

As TD representam mudanças em nossos hábitos e em nossa forma de nos relacionar com as atividades do cotidiano. Porém, muito ainda temos a desenvolver, inclusive em sala de aula. Embora, em muitos momentos, as TD já sejam inseridas nas atividades pedagógicas, ainda temos muitos outros recursos que estão ao nosso dispor que podem ser usados para desenvolver o conhecimento, tornando os estudantes mais participativos.

Entre as possibilidades de mudanças advindas das TD, mencionamos o aumento de uso de recursos tecnológicos durante a pandemia da COVID-19. Embora a produção de dados dessa pesquisa tenha ocorrido em 2019, período anterior à crise sanitária ocasionada pela pandemia, a análise dos dados da investigação ocorreu nos anos de 2020 e 2021. Nesse período, presenciamos a ocorrência de aulas remotas, que demandaram diferentes recursos por parte dos estudantes, familiares, equipes pedagógicas e docentes.

Um exemplo de ferramenta que ainda não era tão explorada na escola, mas que acabou sendo incorporada aos processos didáticos, durante a pandemia, são os *smartphones*, que representam uma “extensão” do nosso corpo (BORBA; LACERDA, 2015). Esses aparelhos estão presentes no nosso cotidiano e são usados pelos estudantes em diversas atividades. Entre as opções de uso dos *smartphones* estão os aplicativos móveis e os softwares para desenvolvimento de aplicativos.

Nesse sentido, consideramos que as inserções de aplicativos educacionais móveis podem representar uma inovação quando utilizados no contexto escolar. Para o Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação - GPINTEDUC os aplicativos educacionais móveis (AEM) são “softwares educacionais desenvolvidos para serem instalados e utilizados em tablets, *smartphones* ou similares, destinados aos processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos específicos” (GPINTEDUC, 2020).

Os professores podem utilizar aplicativos gratuitos disponíveis na web. Outra forma de utilizar AEM é desenvolver recursos personalizados, por meio de softwares específicos, como o App Inventor 2. Esse software pode ser utilizado por professores ou estudantes.

O software App Inventor 2 é um recurso que possibilita o desenvolvimento de habilidades e que posiciona o estudante como ator principal no processo de aprendizagem. O software é gratuito e possibilita que aplicativos sejam programados em aparelhos com sistema operacional Android. A programação ocorre a partir de blocos lógicos, semelhantes a peças de quebra cabeças e de forma intuitiva. O App Inventor 2 permite a criação de variados recursos, como jogos, calculadoras, animações, vídeos, dentre outros.

A programação no App Inventor 2 pode refletir na construção de habilidades. Resnick et al. (2009) descrevem que, a partir da programação, o estudante desenvolve o pensamento computacional e diversas habilidades correlacionadas, como trabalho colaborativo, criatividade e resolução de problemas. Apesar de os autores fazerem essa descrição em menção à programação em outro software, entendemos que programar possibilita novos experimentos aos estudantes e que esta prática deve ser estimulada nas escolas.

Dado esse contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral investigar como os estudantes da terceira série do Ensino Médio ressignificam sua aprendizagem, por meio da programação de aplicativos educacionais móveis, utilizando o software App Inventor 2.

A investigação foi realizada em uma turma de terceira série do Ensino Médio, do turno matutino, de uma escola estadual do município de Curitiba e ocorreu no período de setembro a outubro de 2019. Os estudantes programaram aplicativos educacionais móveis, sobre Geometria Analítica, utilizando o App Inventor 2. A pergunta que conduzirá toda esta pesquisa será: A programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2 pode auxiliar os estudantes da terceira série do Ensino Médio a ressignificarem suas aprendizagens?

Isto posto, este trabalho está organizado em seis capítulos. No Capítulo 1 – Introdução, apresentamos a trajetória da pesquisadora e os principais elementos da pesquisa. No Capítulo 2 – Tecnologias digitais no ensino de Matemática, trazemos uma revisão de literatura sobre as TD na Educação Matemática, incluindo alguns estudos sobre o uso do *smartphone* no ensino da Matemática. O Capítulo 3 – Aprendizagem significativa e os mapas conceituais, aborda a teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e o uso de mapas conceituais em contextos educacionais. Já no Capítulo 4 – Construcionismo, programação visual e o software App Inventor 2, discutiremos sobre os conceitos de construcionismo de

Seymour Papert, sobre a programação visual e apresentamos o software App Inventor 2. No Capítulo 5 – Metodologia da pesquisa, mostramos os procedimentos metodológicos que foram utilizados na investigação. Por fim o Capítulo 6 – Próximos passos da pesquisa, indicamos o cronograma de finalização da pesquisa, bem como descrevemos nossas próximas ações de investigação.

## 2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Neste capítulo, apresentamos um relato do que a literatura apresenta sobre as TD na educação, especialmente na Educação Matemática. Trazemos ainda as principais concepções dos pesquisadores da área, articulando com as ideias acerca do uso do *smartphone* nos processos de ensino e aprendizagem e com as principais informações acerca do software App Inventor 2.

### 2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

As tecnologias vêm auxiliando a humanidade ao longo dos anos, desde os primórdios. Pensando no desenvolvimento da civilização, percebemos que ocorrem mudanças constantes na rotina das pessoas, pois os avanços tecnológicos acontecem de forma progressiva, influenciando a vida de todos, transformando o homem e a sua cultura.

Lévy (2011), ao discutir sobre a evolução humana, enfatiza as tecnologias da inteligência, pontuando três momentos de uso dessas, o que nomeou por: a oralidade primária, a escrita e a informática. Para o autor nenhum tipo de conhecimento independe do uso de tecnologias intelectuais. Assim, todo aprendizado perpassa pelo uso de um tipo de tecnologia da inteligência, de acordo com a época.

Na antiguidade, a inteligência humana se relacionava com sua memória e as informações eram transmitidas oralmente, de geração a geração. Assim, “numa sociedade oral primária, quase todo edifício cultural está fundado sobre as lembranças dos indivíduos. A inteligência, nestas sociedades, encontra-se muitas vezes identificada com a memória, sobretudo com a auditiva (LÉVY, 2011, p. 77). O autor destaca como a escrita contribuiu para a expansão da memória, ao mesmo tempo que possibilitou novos aprendizados, relacionados a interpretação de textos e a atribuição de sentidos. De igual modo, a informática amplia a memória, possibilitando novas comunicações e diferentes modos de acesso ao conhecimento.

Notamos assim que, para Lévy (2011), não são apenas os aparatos que são tecnologias, mas os processos que envolvem o uso desses artefatos. Na mesma vertente, Kenski (2011, p. 22) comenta que “[...] a expressão “tecnologia” diz respeito a muitas outras coisas além das máquinas. O conceito tecnologia engloba a

totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações”. De acordo com a autora, para que qualquer equipamento seja construído é necessário pesquisa, planejamento e criação do produto, do serviço e do processo. O conjunto de todos esses procedimentos é chamado de tecnologia:

As tecnologias são tão antigas quanto à espécie humana. Na verdade, foi a engenhosidade humana, em todos os tempos, que deu origem às mais diferentes tecnologias. O uso do raciocínio tem garantido ao homem um processo crescente de inovações. Os conhecimentos daí derivados, quando colocados em prática, dão origem a diferentes equipamentos, recursos, produtos, processos, ferramentas, enfim, a tecnologias (KENSKI, 2011, p. 15).

Dessa forma, tudo que é construído pelo homem utilizando recursos naturais, para facilitar qualquer atividade humana pode ser considerado como tecnologia. Assim, os números, a linguagem, a escrita, instrumentos como a roda, os talheres, ou o computador são exemplos de tecnologias. Kenski (2011), tal como Lévy (2011), descreve a relação do homem com a tecnologia, destacando que conforme o ser humano se desenvolve, as tecnologias também são aprimoradas, de modo a satisfazer uma determinada necessidade da sociedade

Para Lévy (2004), inclusive os relacionamentos, a forma de trabalhar e a inteligência humana dependem do desenvolvimento das evoluções tecnológicas. Percebemos que, assim como o pesquisador indicava, o modo de vida das pessoas tem sido influenciado pelo desenvolvimento tecnológico, inclusive as formas de comunicação entre as pessoas. Um exemplo disso pode ser observado ao refletirmos sobre como era a divulgação de uma notícia no passado. Para que tal notícia pudesse atingir uma grande parte da população, demorava-se horas ou até dias. Contudo, Lévy (2011) não minimiza a importância da escrita e dos métodos mnemotécnicos das sociedades orais, embora ele destaque os conhecimentos que emergem do uso de novas tecnologias baseadas na informática.

Hoje, a disseminação de informações é imediata, os acontecimentos são noticiados instantaneamente, por meio de e-mails ou aplicativos de mensagens instantâneas disponíveis para *smartphones*. Segundo Elias (2018) para chegar nesse desenvolvimento tecnológico, vários momentos foram vivenciados pela sociedade, como os elencados por Lévy (2011) ao descrever os tempos de tecnologias de inteligência.

Visto que a tecnologia são todas as coisas que nos rodeiam e os processos que permitem que homens façam uso de tais coisas, podemos inferir que elas exerçam influências nas diferentes instituições sociais. Corroborando com essa compreensão, temos que “a instituição que mais interage com essa transformação é a escola” (MOTTA, 2008, p. 23).

A escola, como parte dessa sociedade, também experimenta mudanças, uma vez que estudantes e professores exploram tecnologias em suas vidas pessoais. A informação deixou de ser monopólio escolar, estando disponível na internet ou reproduzida em diversas mídias. Facilmente encontram-se escolas com laboratórios de informática, projetores, televisores e lousas digitais em sala de aula, o que sugere mudanças no ambiente escolar (ROCHA, 2018, p. 14).

Tal como mencionado por Motta (2008) e Rocha (2018), a escola também experimenta os impactos do desenvolvimento tecnológico. Depois de uma era com predomínio do quadro de giz, cadernos e carteiras como os principais recursos tecnológicos, na atualidade, as tecnologias digitais (TD) indicam novas possibilidades para os processos de ensino e aprendizagem, por meio de utilização de *smartphones*, *tablets*, dentre outras possibilidades.

Brito e Purificação (20015) relatam que a primeira TD inserida nas escolas brasileiras, para ser usada inicialmente em processos administrativos, foi o computador, na década de 1970. Depois disso, grandes projetos governamentais contribuíram para que a informática fosse inserida no contexto escolar.

O projeto pioneiro foi o Educação com Computadores (Educom), na década de 1980, que pretendia formar profissionais para a utilização do software Logo<sup>1</sup>, por meio da criação de centros de pesquisas. Outros projetos, como o Formar e o Cied, preocuparam-se com a formação de especialistas na área de informática e com a criação de laboratórios.

Em 1997, foi criado o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), desenvolvido pelo Ministério da Educação, com o objetivo de promover o uso da tecnologia como uma ferramenta pedagógica e constituir Núcleos de Tecnologias Educacionais. O Proinfo “determina a distribuição de computadores para escolas públicas do ensino fundamental” (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2015, p. 70).

---

<sup>1</sup> O software Logo foi uma linguagem de programação desenvolvida por Seymour Papert, por volta de 1980. Ele se destinava ao aprendizado do pensamento computacional por estudantes.

A partir de 2007, surgiu a primeira fase do programa Um Computador por Aluno (UCA), que se consolidou em 2010, quando atingiu em torno de 300 escolas públicas nacionais.

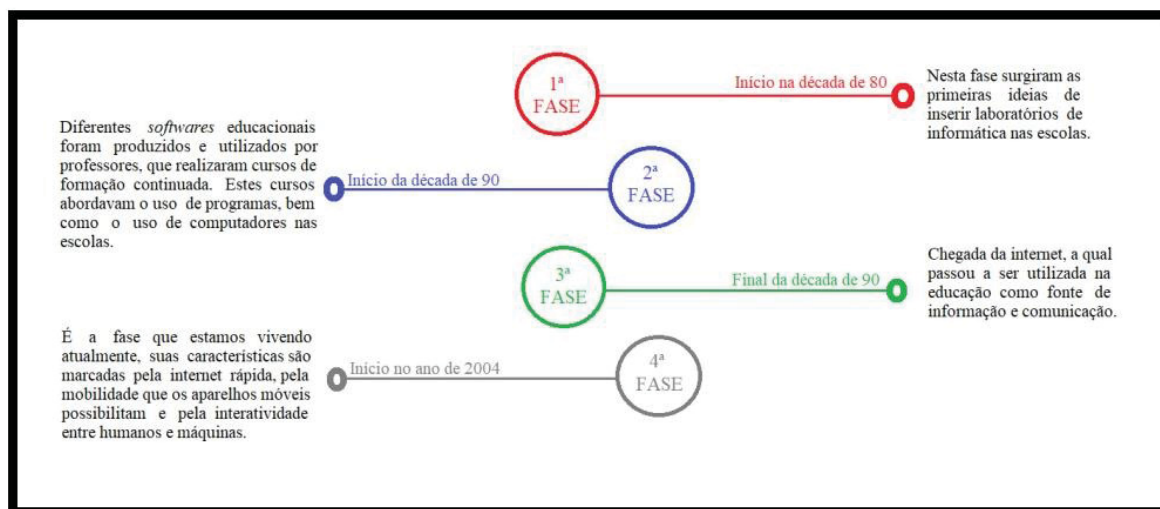
Os projetos mais recentes se referem à distribuição de tablets para professores do Ensino Médio, em 2012, e o Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional (Proinfo Integrado), em 2014. Cada governo estadual também pode desenvolver planos e estratégias para incentivo de utilização de TD em sala de aula, a partir da intervenção das secretarias estaduais de educação.

A inclusão das diferentes TD nas escolas, em cada época, por cada projeto governamental, ou mesmo por iniciativa de professores e escolas, representa uma evolução no desenvolvimento tecnológico dentro das instituições. Romanello (2016), classifica essa evolução em fases, a primeira teve início nos anos 1980 e trata da inclusão de laboratórios de informática nas escolas. Na segunda fase, no início da década de 1990, alguns softwares educacionais foram desenvolvidos para utilização dos professores, os quais realizavam cursos de formação sobre programas e uso de computadores nas escolas. A terceira fase, que ocorreu no fim da década de 1990, foi marcada pela chegada da internet, a qual foi usada para informação e comunicação. Finalmente a quarta fase, que teve início em 2004, é a fase que estamos vivendo, na qual temos internet rápida, mobilidade e interatividade entre humanos e máquinas.

Embora nem todas as escolas tenham disponíveis acesso à internet para toda a comunidade escolar, essa mobilidade que os aparelhos móveis nos proporcionam, citada na quarta fase, é muito importante, pois proporciona ao estudante um espaço educacional com movimento e interação, em diferente momentos e contextos.

Apresentamos, na Figura 1, uma representação das fases propostas por Romanello (2016).

FIGURA 1 - FASES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS



FONTE: Elias (2018, p. 22).

Na Educação Matemática também existem estudos acerca das fases de uso de TD, propostos por Borba, Silva e Gadanidis (2015). Os autores descrevem que na primeira fase, aproximadamente em 1985, destacou-se o uso do software LOGO, o qual é uma linguagem de programação utilizada como ferramenta de apoio no ensino a partir de fundamentos do Construcionismo.

A segunda fase foi marcada pela popularização dos computadores pessoais, além da produção de softwares educacionais, especialmente os de geometria dinâmica, abrindo muitas possibilidades para o uso pedagógico, produzindo conhecimento a partir de coletivos de seres-humanos-com-mídias. Segundo Borba e Souto (2016) estamos sempre ligados a uma determinada tecnologia para desenvolvermos o conhecimento. A noção de seres-humanos-com-mídias, desse modo, tem relação com o fato de que todo aprendizado humano é mediado por uma determinada tecnologia, ao longo da história humana.

Borba, Silva e Gadanidis (2015) descrevem o início da terceira fase com as transformações que ocorrem na sala de aula com a chegada da internet. Na ocasião, as tecnologias passam a serem chamadas de tecnologias da informação e comunicação (TIC). Essa fase também é marcada pela oferta de cursos à distância para formação de professores:

A terceira fase tem início por volta de 1999 com o advento da internet. Em educação, a internet começa a ser utilizada como fonte de informações e como meio de comunicação entre professores e estudantes e para a realização de cursos a distância para a formação continuada de professores (BORBA, SILVA, GADANIDIS, 2015, p. 31).

Para os autores citados, a quarta fase se deu com a melhora na qualidade da conexão de internet, o que proporcionou vários novos elementos, como novos modos de comunicação, uso de vídeos, produção de vídeos, tecnologias móveis e portáteis, disponíveis ao professor para utilização em sala de aula para que assim o estudante tenha acesso a uma aprendizagem mais dinâmica e conectada com a sua realidade.

Os autores supracitados destacam que o surgimento de cada fase não exclui ou substitui a fase anterior e a integração entre elas garante que as tecnologias da primeira fase, por exemplo, sejam potencializadas e utilizadas nas fases posteriores. Assim agrega mais elementos e evidencia o coletivo seres-humanos-com-mídias, que é a essência das fases citadas.

Importante destacarmos que as fases definem bem as evoluções que ocorreram nas escolas, apontando que a quarta fase, marcada pela internet rápida, foi bastante importante e produtiva para o desenvolvimento de vários tipos de pesquisas. A respeito das fases, Borba, Silva e Gadaniadis (2015) destacam que:

[...] uma nova fase surge quando inovações tecnológicas possibilitam a constituição de cenários qualitativamente diferenciados de investigação Matemática; quando o uso pedagógico de um novo recurso tecnológico traz originalidade ao *pensar-com-tecnologias* (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2015, p.37).

Esse pensar-com-tecnologias independe da classificação temporal feita para nomear as tecnologias de cada época. Contudo, é importante que percebamos e compreendamos as possibilidades advindas com a inserção de diferentes recursos nos processos pedagógicos. Considerando o momento atual, devemos lembrar que:

Na atualidade, as tecnologias digitais oferecem novos desafios. As novas possibilidades de acesso à informação, interação e de comunicação, proporcionadas pelos computadores (e todos os seus periféricos, as redes virtuais e todas as mídias), dão origem a novas formas de aprendizagem. São comportamentos, valores e atitudes requeridas socialmente neste novo estágio de desenvolvimento da sociedade (KENSKI, 2003, p. 4).

As mudanças sugeridas pela autora são necessárias para que a inserção de novas tecnologias possa trazer contribuições para o aprendizado. É importante refletir que não basta que novos recursos estejam presentes na escola, sem que ocorram alterações metodológicas por parte do professor. Caso ele persista centrando o ensino em si próprio, sem oportunizar momentos de protagonismo aos estudantes, nenhuma tecnologia causará impactos inovadores. Nesse viés, podemos almejar:

Uma nova metodologia de ensino que tenha como pressuposto a cooperação e a participação intensa de todos os envolvidos. Que seja criado um clima de aprendizagem que envolva e motive os estudantes para a expressão de suas opiniões. Um procedimento de ensino que se preocupe mais em fazer perguntas e deixar que os estudantes as respondam livremente e cheguem aos seus resultados por muitos e diferenciados caminhos. Uma nova educação que proporcione constantes desafios, que possam ser superados a partir do trabalho coletivo e da troca de informações e opiniões (KENSKI, 2003, p. 8).

Uma possibilidade para se pensar nessa nova educação é utilizar TD que estejam em sintonia com os estudantes atuais, como os *smartphones*. No próximo tópico, comentários sobre essa possibilidade.

## 2.2 O USO DE *SMARTPHONES* NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Como já destacamos anteriormente, estamos, segundo Borba, Silva e Gadanidis (2015), na quarta fase em termos de TD na Educação Matemática. Essa fase é marcada pelo uso de diferentes recursos tecnológicos, como os *smartphones*.

Inserir o *smartphone* em sala de aula perpassa por discussões culturais e legais. Nesse sentido, é importante mencionar que no estado do Paraná o uso do *smartphone* é permitido para fins didáticos.

Sabendo que existe uma determinada resistência de docentes, equipe pedagógica e demais membros da comunidade escolar relacionada ao uso de *smartphones* (ELIAS; ROCHA; MOTTA, 2017), torna-se necessário refletir sobre os possíveis benefícios de se inserir essa tecnologia na escola. De acordo com Ferreira e Mattos (2015, p. 292), “os aparelhos de telefonia móvel não são bem-vindos na escola e seus usos, quando permitidos, restringem-se aos momentos de intervalo no pátio, desvinculados das ações pedagógicas”. Os autores criticam essa negativa ao aparelho, pois eles possibilitam mobilidade e fazem parte da vida do jovem, que

demanda conectividade, interatividade e participação efetiva em suas ações no universo digital.

Mesmo diante dessa possível limitação e resistência, compreendemos que utilizar TD que estejam em sintonia com o agir diário dos estudantes pode aproximar estudantes e professores. Segundo Motta (2012) o professor de Matemática deve buscar desenvolver atividades, utilizando TD, que instigue o estudante a desenvolver um fazer matemático significativo, sendo, desta forma, agente ativo de sua própria aprendizagem. Diante disso, torna-se importante pensarmos sobre a utilização das TD nas aulas de Matemática e escolhermos aquelas que possam representar inovações didáticas.

Para Venn e Vrakking (2009), os estudantes preferem estar em ambientes que coincidam com suas formas de se comunicarem para aprenderem, desta forma se torna essencial que o professor avalie criativamente e criticamente a tecnologia que utilizará em suas aulas, para que o aprendizado seja efetivo.

Sabemos que os jovens atuais usam com frequência o *smartphone*. Assim, ele pode representar uma tecnologia a ser escolhida pelo professor que deseja se aproximar do estudante, valorizando aquilo que é importante e necessário para ele.

Trata-se da necessidade de estar sempre em movimento, adaptado para uma constante mudança, como nômades, mas permanecendo constantemente conectados. Nesse sentido, jovens do mundo todo têm encontrado na comunicação móvel um meio privilegiado para se expressarem, em consonância com seus modos de ser (FERREIRA; MATTOS, 2015, p. 277).

Percebemos, desse modo, que os *smartphones* podem indicar possibilidades de mobilidade e conexão para os jovens. Para Frederico e Gianoto (2014), a mobilidade que os aparelhos *smartphones* permitem é um diferencial que pode ser explorado por professores. Os autores ainda pontuam outras características desses aparelhos, presentes no dia a dia das pessoas, funcionando até como pequenos computadores e servindo como acesso a um número de informações muito grande.

Dessa forma, para os estudantes de todos os níveis de ensino a utilização de *smartphones* não é diferente, tanto dentro quanto fora das escolas, assim pensamos que essa TD pode ser usada em sala de aula como importante instrumento pedagógico, inclusive para as aulas de Matemática, uma vez que:

[...] a relação entre jovens e celulares vem se tornando cada vez mais íntima, demandando um olhar atento do campo da Educação sobre esse fenômeno, já que é possível observar a intensificação dos usos desses dispositivos, tanto dentro quanto fora dos espaços escolares (FERREIRA; MATTOS, 2015, p.273).

Romanello (2016) reforça que uma forma de reduzir a distância entre os estudantes e a escola é inserindo os instrumentos tecnológicos existentes no cotidiano deles, como o *smartphone*, por exemplo, na rotina escolar, através de diferentes tipos de atividades e dinâmicas.

Segundo Elias (2018, p. 28), os *smartphones* “trazem mobilidade aos usuários, novas possibilidades de comunicação e a ubiquidade. Vale pontuar que o termo ubiquidade está relacionado a possibilidade de estar presente em diferentes espaços ao mesmo tempo”.

Acerca do uso pedagógico dos *smartphones*, alguns pesquisadores afirmam que a escola pode auxiliar que os estudantes desenvolvam uma visão crítica sobre eles, além de apresentarem possíveis contribuições às aulas de Matemática (BORBA; LACERDA, 2015; BORBA; SILVA; GADANIDES, 2015; ROMANELLO, 2016; ELIAS, 2018; ELIAS; ROCHA, MOTTA, 2017).

Borba e Lacerda (2015) destacam que atualmente os *smartphones* fazem parte da vida dos seres humanos, portanto funcionam como uma extensão do corpo. Borba, Silva e Gadaniadis (2015) consideram que a utilização de *smartphones* no contexto educacional é relevante, pois além de proporcionar novas dinâmicas, correspondem a um bem de consumo acessível para grande parte dos estudantes.

Corroborando com essas ideias, Romanello (2016) afirma que o professor que se apropria do uso de *smartphones* em aulas de Matemática permite que ocorra maior colaboração nos processos didáticos, com maior envolvimento e protagonismo por parte do estudante.

Elias (2018) avalia que o fato de os jovens terem acesso a esta tecnologia como ferramenta e já possuírem familiaridade com ela, pode proporcionar mais independência estudantil nas aulas de Matemática. Uma vez que esses estudantes já dominam a utilização dessa TD, eles podem se sentir mais sintonizados com as atividades propostas no *smartphone*. Assim, esse aparelho vem a somar juntamente com os outros materiais tradicionais.

No estado do Paraná, conforme mencionamos no início deste tópico, a utilização do *smartphone* é permitida, através da lei 18.118, publicada no Diário Oficial número 9.233, no dia 25 do mês de junho do ano de 2014. Tal legislação relata, em seu artigo primeiro, que o uso de aparelhos e equipamentos eletrônicos é proibido durante o período de aulas dentro do ambiente escolar. Porém, em seu parágrafo único, a legislação aponta que “a utilização dos aparelhos/equipamentos mencionados no *caput* deste artigo será permitida desde que para fins pedagógicos, com orientação e supervisão do profissional de ensino” (PARANÁ, 2014, p. 3).

Portanto, segundo a legislação atual, a utilização de *smartphone* em sala de aula, nas escolas do estado do Paraná, é permitida, desde que essa utilização seja para ações pedagógicas e com auxílio e supervisão do professor regente. Deste modo concordamos, compartilhamos e utilizamos essa postura, inclusive nas aulas de Matemática, contando com a criatividade e preparo do docente para ministrar aulas com a utilização deste material no viés pedagógico, proporcionando aos estudantes experiências diferenciadas para a construção de conhecimento.

Borba, Silva e Gadanidis (2015) comentam que o surgimento das TD, os *smartphones*, por exemplo, possibilita que novos tipos de problemas matemáticos sejam desenvolvidos e explorados pelo professor em sala de aula. Sendo assim, o docente de Matemática deve desenvolver métodos e formas diferenciadas para essa utilização, fazendo com que a escola fique mais dinâmica, mais inovadora e também mais próxima do estudante, pois utiliza como ferramenta um aparelho que faz parte do cotidiano de todos nós.

Outras vantagens do uso de *smartphones* em aulas de Matemática são apresentadas por Elias, Rocha e Motta (2017). Os pesquisadores utilizaram *smartphones* em aulas de Matemática com turmas de 1ª série do Ensino Médio e constataram que a relação com os erros cometidos é diferente quando o estudante usa esses aparelhos para resolver problemas. Segundo os pesquisadores, no *smartphone*, o erro é uma possibilidade de aprendizado. Outro destaque dado é relativo ao aceite dos estudantes mediante atividades que usem essa tecnologia. Para os pesquisadores, o entusiasmo demonstrado pelos estudantes ao se depararem com o uso do *smartphone* em sala de aula contribui com o envolvimento deles no processo didático.

Dessa forma o professor de Matemática que se propõe a utilizar as TD é visto e entendido como diferenciado, embora a perspectiva da utilização de

*smartphones* nas escolas, nas aulas de Matemática seja cada vez mais crescente, visto à fundamentação teórica elencada neste trabalho.

Porém, é importante que o profissional de educação se certifique que o uso das TD em suas aulas seja realizado de forma adequada para que não proporcione ao estudante um resultado negativo ou até mesmo traumático. Segundo a autora Kenski (2003) esse tipo de sentimento frustrante, se causado, pode inclusive, não ser superado pelo estudante. Ao encontro dessa afirmação, Elias (2018, p. 31) afirma que “este profissional deve lembrar que o *smartphone*, quando utilizado nas aulas de Matemática, só auxiliará na construção do conhecimento do estudante, se o seu uso for balizado em objetivos bem definidos”.

Existem diferentes possibilidades para a inserção do *smartphone* em aulas de Matemática. É possível que o professor utilize aplicativos já existentes, a câmera do aparelho para registro de imagens variadas ou a internet para buscas de informações. Outra forma de se apropriar dessa tecnologia no contexto escolar é usando softwares que programem aplicativos para serem usados nos *smartphones*.

Trabalhando para que as aulas de Matemática sejam ofertadas de forma mais dinâmica e aproximando cada vez mais o conhecimento matemático do estudante e de sua realidade, nesta pesquisa buscamos soluções tecnológicas para que o professor de Matemática possa utilizá-las proporcionando ao seu estudante uma vivência de programação intuitiva, sem a necessidade de conhecimentos prévios de linguagens de programação específicas. Assim o estudante pode desenvolver o seu próprio aplicativo matemático, para utilização em seu *smartphone*. Da mesma forma, pode utilizar os aplicativos programados por seus colegas.

Essa vivência com programação intuitiva visa aproximar os estudantes das aulas de Matemática, aproveitando um aparelho que está presente no cotidiano do estudante. Para tal, utilizaremos o software de programação intuitiva App Inventor 2, que descrevemos no Capítulo 4 deste trabalho.

### 3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E OS MAPAS CONCEITUAIS

Neste capítulo, apresentaremos a concepção de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1918-2008), considerado um importante psicólogo norte americano, que se dedicou à investigação de métodos que contribuíssem para a melhoria no aprendizado. Abordaremos também os mapas conceituais no entendimento de Joseph Donald Novak (nascido em 1932).

#### 3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Antes de tratarmos sobre a aprendizagem significativa proposta por David Paul Ausubel, precisamos compreender a aprendizagem do ponto de vista cognitivista, visto que esse estudioso tinha por base essa visão, além de refletirmos sobre o termo aprendizado propriamente dito. Ressaltamos também que esse tópico do texto apresentará concepções e interpretações presentes na literatura acerca da teoria de David Paul Ausubel, de forma a contribuir com o entendimento do conceito de aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira e Masini (1982, p. 3), “o cognitivismo procura descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente”, portanto, pode-se concluir que a psicologia cognitivista se preocupa com o processo de compreensão, organização e armazenamento da informação de um assunto específico, em um determinado momento.

Dentro de uma visão cognitivista a aprendizagem se relaciona com essas compreensões, organizações e integrações na estrutura cognitiva de cada pessoa. Ronca (1980, p. 59), afirma que David Ausubel defende essa visão e compreende a aprendizagem como “o conjunto de ideias presentes no indivíduo, bem como as suas propriedades organizacionais, num assunto específico, num determinado momento”.

Motta (2008, p. 96) afirma que pode ser complexo definir o que seria aprendizagem. Contudo, o autor apresenta uma definição baseada na visão cognitivista de David Ausubel, afirmando que “a aprendizagem é a forma como os seres humanos adquirem novos conhecimentos, desenvolvendo técnicas e competências, mudando o seu dia a dia ou adaptando-se a ele”.

Desse modo, a aprendizagem pode estar relacionada com técnicas e competências para a atuação no cotidiano. Por outro lado, ela pode acontecer como formação e desenvolvimento de estruturas cognitivas. Nesse viés Peña *et al.* (2005, p. 16) compreendem a aprendizagem como “um processo de desenvolvimento de insights ou estruturas significativas”.

Em uma perspectiva cognitivista, a aprendizagem é:

[...] um processo de armazenamento de informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura na mente do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro. É a habilidade de organização das informações que deve ser desenvolvida (MOREIRA; MASINI, 2009, p. 13).

Portanto, pode-se concluir que as propriedades organizacionais do cognitivo são essenciais para que haja a compreensão acerca de um novo conhecimento, caracterizando assim o processo de aprendizagem. Essas organizações, embora individuais, podem ocorrer a partir da intervenção do professor em sala de aula. Para que isso ocorra, é necessário que o professor conheça os processos cognitivos e as teorias de aprendizagem. Uma delas, é a aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel.

Ausubel (1968) é um representante do cognitivismo e como tal, propõem uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo um ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva (MOREIRA; MASINI, 2009, p. 13).

A proposta do psicólogo é chamada de aprendizagem significativa, uma teoria de aprendizagem que indica que os novos conhecimentos que o indivíduo adquire são relacionados com o conhecimento prévio de determinado assunto. Para Motta (2008 p. 97), ela “acontece quando novas informações e ideias entram em interação com conceitos definidos que fazem parte da estrutura cognitiva do estudante”.

Para Ausubel (1968) o processo de aprendizagem significativa acontece quando o aprendizado ocorre de maneira não-arbitrária e substantiva a partir do que o indivíduo já sabe, ou seja, na aprendizagem significativa o conhecimento de mundo adquirido anteriormente interage com o conhecimento novo:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2014, p. 6).

Portanto, o conhecimento de si mesmo é o ponto de partida para a concretização da metodologia proposta. Na teoria ausubeliana, esses conhecimentos prévios, ou ideias prévias ou, ainda, símbolos, proposições, imagens ou modelos mentais pré-existentes são chamados de subsunçores ou ideias-âncora (MOREIRA, 2014). Assim, o indivíduo não necessariamente deve ter conceitos já formalizados para que possa desenvolver uma aprendizagem significativa, mas conhecimentos que podem estar ainda em processos de desenvolvimento.

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles (MOREIRA, 2014, p. 6).

Para melhor compreensão do entendimento de Ausubel (1968) sobre aprendizagem significativa, precisamos refletir sobre os termos substantividade e não arbitrariedade, Ronca (1980, p. 61) define substantividade como a “relação entre o material a ser aprendido e a estrutura cognitiva, não deve se dar ao pé da letra, isto é, a relação não é alterada se outros símbolos diferentes mas equivalentes, forem usados”. Já a não arbitrariedade é explicada por Ausubel (1968) com um exemplo, o autor cita o caso da necessidade de o estudante compreender o conceito de triângulo para depois aprender sobre o triângulo equilátero. Desta forma, os conceitos não devem ser apresentados de forma aleatória.

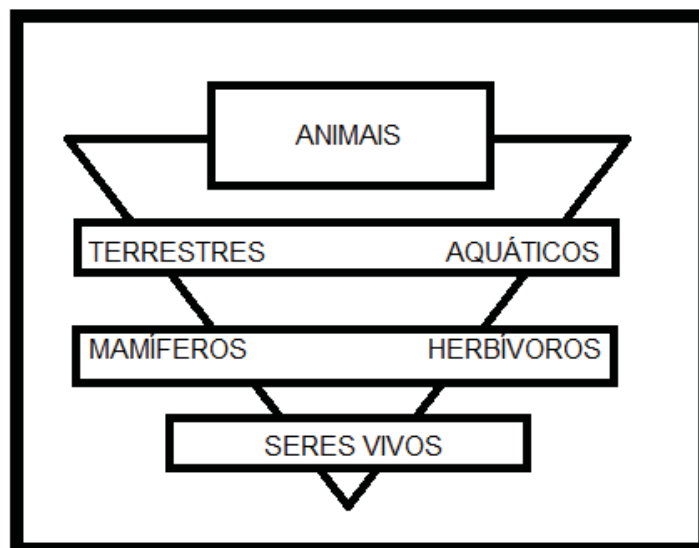
Segundo Ausubel (1968) existem condições específicas para ocorrer a aprendizagem significativa. Uma das condições é que o conhecimento a ser aprendido deve ter um significado para o estudante, e a segunda condição é que o estudante se mostre propenso a relacionar os conhecimentos prévios adquiridos com o novo aprendizado, caso contrário, a sua aprendizagem será mecânica e não significativa.

[...] A aprendizagem significativa pressupõe que: a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitraria e não-litera (substantiva);  
b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitraria a sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2009, p. 23).

Para Ausubel (1968) a aprendizagem significativa se evidencia quando o indivíduo se apropria do novo conhecimento de forma efetiva, clara, com significado para ele. Motta (2012) afirma que os novos conhecimentos são apropriados pelos estudantes se estes fizerem sentido para eles. Uma sugestão de Ausubel (1968) para perceber a aprendizagem significativa é propor problemas “não-familiares” para o estudante.

Desta forma, os indivíduos se apropriam do conhecimento de forma efetiva e esse conhecimento passa a ter um significado para ele passando a ser referência para novos conhecimentos e novamente utilizando da aprendizagem significativa para outros conteúdos com novos subsunçores. Novak (1976) sugere um exemplo “enquanto uma criança desenvolve os conceitos de cão, gato, leão etc., ela pode, mais tarde aprender que todos esses são subordinados ao conceito de mamífero”. No ponto de vista cognitivista, uma estrutura cognitiva organizada facilita a aprendizagem de novos assuntos. Isso acontece porque essa estrutura se organiza hierarquicamente. Portanto, os conceitos são adquiridos e passam a ser referência para a apropriação de novos conhecimentos, conforme sugere a figura a seguir:

FIGURA 2 - PIRAMIDES CONCEITUAIS



FONTE: Nogueira; Leal (2015, p. 214).

Conforme demonstra a imagem acima, novos conceitos podem ser compreendidos a partir de um inicial. Na Figura 2, os seres vivos representam um conceito inicial, que vai se expandindo à medida que o estudante aprende e reaprende. Ronca (1980, p. 60), afirma que “na base desta pirâmide estão os conceitos com o maior poder de extensão, os mais abstratos que vão abrangendo os menos abstratos. Ao iniciar pelo conceito mais abrangente, que inclui inúmeros tipos de animais, os estudantes poderão compreender de maneira mais significativa até chegar aos conceitos específicos.

Para Peña, et al (2005, p. 19), a aprendizagem significativa ocorre “[...] quando se tenta dar sentido ou estabelecer relações entre os novos conceitos ou a nova informação e os conceitos e conhecimentos já existentes no estudante, ou com alguma experiência anterior.

De acordo com Ausubel (1968), existem três tipos de aprendizagem significativa, são elas: aprendizagem de representação, aprendizagem de conceitos e aprendizagem de proposições.

A aprendizagem de representação seria o entendimento e apropriação dos significados dos símbolos, como as palavras, por exemplo. De acordo com Peña *et al.* (2005 p. 24) “trata-se, pois, de aprender o que significam as palavras isoladas ou os símbolos”. Quanto a aprendizagem de conceitos, ela se assemelha à aprendizagem de representação, porém exige uma maior abstração, pois além dos

símbolos envolve os objetos e eventos, experiências concretas e formulação de conceitos relacionando com os conceitos já formados pelos estudantes. Por último, a aprendizagem de proposições, para Ausubel (1968), é a assimilação de proposição. Peña et al. (2005) afirmam que vários conceitos se relacionam entre si, para que o estudante, utilizando seu cognitivo, produza um novo significado para os conceitos relacionados.

Portanto, a aprendizagem torna-se mais significativa à medida em que o conteúdo vai sendo incorporado no processo de conhecimento adquirido pelo estudante, atribuindo um significado para ele a partir da relação entre o conhecimento prévio e a aplicação do aprendido em seu cotidiano. Caso contrário, a aprendizagem torna-se mecânica, isto é, pautada na não criticidade e na reprodução sem reflexão, sendo apenas um conhecimento a mais a ser armazenado por um curto prazo e em seguida descartado, já que no processo de aprendizado não houve interação com os conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Para esta pesquisa a teoria da aprendizagem significativa se torna essencial, pois, será a partir dela que analisaremos a ressignificação da aprendizagem do conteúdo de Geometria Analítica pelos estudantes.

A aprendizagem significativa implica na unificação entre os conhecimentos já apropriados pelos estudantes com os novos conhecimentos, isto é, o antigo com o novo. Nesse sentido, uma maneira de identificar o desenvolvimento cognitivo, nesta teoria de aprendizagem, é por meio do uso dos mapas conceituais.

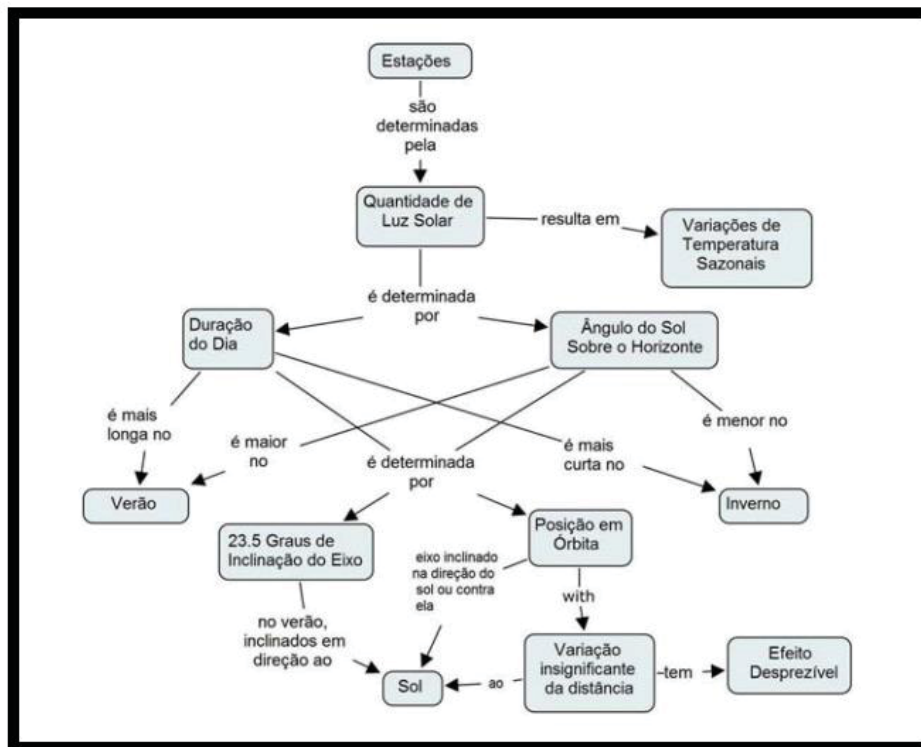
### 3.2 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais representam uma técnica desenvolvida na década de 1970 por Joseph Novak e colaboradores, nos Estados Unidos, na Universidade de Cornell. São diagramas que estabelecem relações entre conceitos, ou palavras, desde que elas representem conceitos. Sua estrutura se assemelha com a proposta da aprendizagem significativa, pois, respeita uma determinada hierarquia entre conceitos, dos mais amplos, aos mais específicos. Motta (2012, p. 103) conceitua mapa conceitual como sendo uma “ferramenta estratégica para organizar e representar de forma hierárquica o conhecimento”. Nesse sentido:

Toda construção adquirida de uma área ou de objetos consiste de uma construção de conceitos que, de forma hierárquica e sistematizada, dispõem-se em nossa estrutura de conhecimento. Esses conceitos estão ligados entre si, formando proposições distintas para cada indivíduo, que podem ser simbolizadas através de um mapa de conceitos, ou mapa conceitual (MOTTA, 2012, p. 103).

Também se referindo à construção de conceitos, Novak e Gowin (1998) já explicavam que os mapas conceituais objetivam conhecer as ideias prévias e os significados adquiridos no decorrer do processo de aprendizagem, portanto, pode-se concluir que os mapas conceituais podem representar uma relação com a Teoria da Aprendizagem Significativa. Motta (2012) reforça as considerações de Novak e Gowin (1998) ao afirmar que o mapa conceitual organiza o conhecimento de maneira hierárquica, com os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos abaixo, o que possibilita que o docente possa visualizar por meio do mapa conceitual a estrutura cognitiva do estudante. Um exemplo de mapa conceitual pode ser verificado na Figura 3.

FIGURA 3 - MAPAS CONCEITUAIS



FONTE: NOVAK; CANÃS (2010, p.47). Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3251296>

Acesso em: 04 jul. 2021.

Os mapas conceituais, como observamos na figura, possuem algumas características. A estrutura desses mapas segue uma hierarquia, incluindo setas para relacionar conceitos. Motta (2012, p. 104) menciona que “a principal característica de um mapa conceitual é a forma como é construído”. O estudante que for elaborar mapas conceituais não irá descrever o que sabe sobre um conteúdo de forma aleatória, mas deverá respeitar um determinado procedimento no momento de relacionar conceitos.

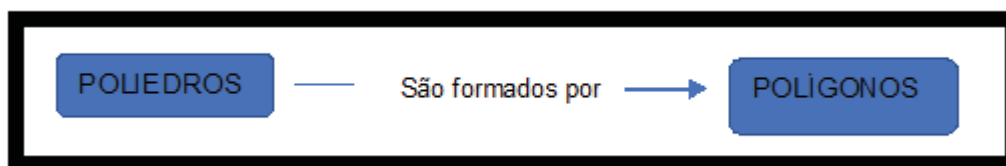
Por isso, é importante que os professores auxiliem os estudantes a desenvolverem seus mapas conceituais. Moreira (2012) ressalta a importância desse acompanhamento do professor, auxiliando os estudantes a compreenderem a estrutura dessa ferramenta. O autor também adverte que esses mapas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, tampouco com mapas mentais, que possuem estruturas mais livres.

Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinóticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los (MOREIRA, 2012, p. 1).

Os diagramas mencionados pelo autor devem apresentar conceitos, proposições e palavras de ligações (MOTTA, 2012). Os primeiros “dizem respeito a acontecimentos que ocorrem naturalmente ou provocam mudanças e também a objetos que podem ser observados” (MOTTA, 2012, p. 105). São representados por um termo que se relaciona com uma determinada regularidade (NOVAK; GOWIN, 1988). As proposições “representam a relação entre conceitos através de palavras de ligação formando uma unidade semântica” (MOTTA, 2012, p. 105). Assim, a relação estabelecida entre um conceito e outro, pela palavra de ligação forma uma proposição. Por fim, as palavras de ligação, como o nome sugere, ligam os conceitos, evidenciando a relação que existe entre eles.

Na Figura 4, indicamos um exemplo dessa estrutura.

FIGURA 4 - EXEMPLO DA COMPOSIÇÃO DE UMA PROPOSIÇÃO NO MAPA CONCEITUAL



FONTE: A autora (2021).

Na proposição acima, temos dois conceitos (Poliedros e Polígonos) interligados pelas palavras de ligação “são formados por”. Aguiar e Correia (2013) mencionam que para que uma estrutura seja considerada uma proposição é necessário que haja um verbo nas palavras de ligação. Segundo os autores, o professor pode analisar as proposições construídas pelos estudantes para verificar a compreensão deles sobre um determinado conteúdo.

Estudantes podem fazer mapas conceituais para organizar seu aprendizado ou representar o que sabem sobre um conteúdo. Professores também podem elaborá-los para organizar o ensino ou selecionar conteúdos que possuem relação. Sobre essas diferentes opções de uso, Moreira (2012) afirma que os mapas conceituais podem ser utilizados para promover a aprendizagem significativa, em cinco etapas diferentes: (a) identificação da estrutura de significados; (b) identificação dos subsunçores; (c) identificação dos significados preexistentes; (d) organização sequencial do conteúdo e (e) ensino a partir de organizadores prévios.

Exemplificando essas possibilidades, Elias (2018, p. 57), afirma que “é possível que o professor faça uma investigação prévia sobre os conceitos que o estudante já possui, antes de iniciar o trabalho com determinado conteúdo, buscando desenvolver um trabalho direcionado de forma que a aprendizagem do mesmo seja significativa”. Os mapas conceituais podem possuir assim, um caráter diagnóstico, tanto para verificar os subsunçores como para ver como estão estabelecidas as relações entre as ideias iniciais que os estudantes possuem.

Além de poderem ser utilizados para organização de um ensino que visa a aprendizagem significativa, os mapas conceituais também podem ser usados para avaliar se a aprendizagem significativa ocorreu. É importante refletir, contudo, que essa avaliação é qualitativa e deve ser realizada com determinado cuidado:

[...] mapas conceituais são instrumentos diferentes e que não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de escolha múltipla ou um problema numérico. A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo estudante, deve procurar interpretar a informação dada pelo estudante no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 8).

A identificação da aprendizagem por meio de mapas conceituais faz com que os estudantes estabeleçam associações entre os conhecimentos novos e seus conhecimentos prévios, uma vez que os estudantes possuem conhecimentos diversos, isto é, não são como uma tábua rasa ou um recipiente vazio que o professor deve preencher. Contudo, esse processo estabelece condições favoráveis para novos aprendizados, resultando na autonomia do estudante em relação ao controle sobre seu próprio processo de aprendizagem (ONTORIA, 2005).

Motta (2012) afirma que a utilização de mapas para desenvolver o conhecimento é bastante relevante, pois favorece ao estudante o desenvolvimento cognitivo, uma vez que o mapeamento ajuda no desenvolvimento de atividades do cotidiano do indivíduo, portanto, pode-se concluir que não há mapas certos ou errados, eles simplesmente representam as diferentes formas como os conceitos se apresentam na estrutura cognitiva do estudante, sobre a temática abordada (MOREIRA 2010). Caso o professor considere como incorreto o mapa conceitual realizado pelo estudante, renuncia-se à aprendizagem significativa e volta-se para a aprendizagem mecânica.

Portanto, pode-se concluir que os mapas conceituais são ferramentas capazes de transformar e ressignificar a maneira de ensinar, avaliar e de aprender, sendo capaz de promover a aprendizagem significativa e ao mesmo tempo combater a aprendizagem mecânica. Cabe ao professor analisar os mapas conceituais de maneira qualitativa, interpretando a informação dada pelo estudante através do mapa conceitual a fim de obter indícios de aprendizagem significativa. Nesse sentido, nesta pesquisa utilizaremos os mapas conceituais como ferramentas de análise qualitativa para identificar se a aprendizagem significativa aconteceu.

## **4 CONSTRUCIONISMO, PROGRAMAÇÃO VISUAL E O SOFTWARE APP INVENTOR 2**

A pesquisa que desenvolvemos utilizou o software de programação intuitiva App Inventor 2. Esse tipo de programação é pautado em uma abordagem construcionista de utilização do computador. Para que possamos aprofundar a compreensão teórica sobre o software, apresentamos, neste capítulo, os principais estudiosos sobre o construcionismo (PAPERT, 1993; VALENTE, 1993). Também tratamos da programação visual, além de apresentar o software utilizado na investigação.

### **4.1 CONSTRUCIONISMO**

O Construcionismo, idealizado por Seymour Papert, um dos fundadores do laboratório de inteligência artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology), é uma teoria de aprendizagem e se refere à construção do conhecimento com base na realização de algo palpável. Papert foi responsável pelo desenvolvimento da linguagem Logo, o que foi um grande avanço para o uso da informática na educação no final dos anos 1970.

Segundo Papert (1993), em seu livro “A Máquina das Crianças – repensando a escola na era da informática”, a partir do momento que a pessoa tem o que aprender, temos que dar meios para esse aprendizado, e não a informação pronta, realizada, sem que o indivíduo construa algo como um objeto, um programa para o computador ou algo palpável.

Ao analisar a forma como o computador estava sendo utilizado na escola na década de 1980, Papert (1993) faz uma crítica, principalmente, em relação às escolas dos Estados Unidos. Nesta época, o computador vinha sendo usado como uma máquina que transmitia informações aos usuários. Para o autor, porém, “é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos” (PAPERT, 1993, p. 18).

A crítica de Seymour Papert é contra uma abordagem instrucionista de utilização do computador, na qual “a única forma de melhorar o conhecimento de um estudante sobre o tópico X é ensinar sobre X” (PAPERT, 1993, p. 136). Nesse tipo

de proposta há a sugestão de que a informação seja apenas repassada ao estudante, sem que ocorra a construção do conceito por parte do indivíduo.

Contraopondo a essa ideia, Papert (1993) propõe o Construcionismo. A teoria tem sua base epistemológica na teoria piagetiana. Assim, o construcionismo possui alguns elementos do construtivismo, pois, o estudante atua como sujeito ativo na construção do seu próprio conhecimento. Nesse sentido, segundo Maltempi (2012, p. 288), a teoria de aprendizagem proposta por Papert é

[...] uma estratégia para a educação, que compartilha a ideia construtivista de que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o estudante (MALTEMPI, 2012, p. 288).

Essas construções e reconstruções ocorrem também nos ambientes informatizados, em processos chamados de *hands-on* (RESNICK, 1991). Neles, os estudantes “colocam a mão na massa”, criam, programam e compartilham suas construções. Quando o discente programa e desenvolve seu projeto, é estimulado a pensar e refletir sobre seus próprios pensamentos, obtendo sucesso por meio da utilização da informática (PAPERT, 1993).

Para Papert (1986) o construcionismo apresenta a ideia da construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de um objeto ou algo de interesse do indivíduo, desde que exista um envolvimento afetivo para que a aprendizagem seja mais significativa. Para Maltempi (2012, p. 292)

A elaboração de um projeto envolve a construção de artefatos ou objetos, que podem ser concretos ou abstratos (uma escultura, uma tese, um programa de computador). Esses artefatos são frutos de ideais e do meio usado para expressar e materializar essas ideias – justamente o que fazemos quando resolvemos um problema do dia a dia.

Dando continuidade aos estudos de Papert, o pesquisador brasileiro José Armando Valente, professor e pesquisador do Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED) da Universidade de Campinas (UNICAMP), apresenta uma transposição da teoria construcionista, aplicada diretamente a utilização do computador na educação.

Segundo Valente (1993), o computador pode ser utilizado como uma máquina de ensinar e como um aparelho para ser ensinado. Em uma das

perspectivas de utilização, ocorre a informatização dos métodos de ensino tradicionais, sendo acrescentadas algumas informações no computador que são repassadas para o indivíduo, na forma de um tutorial, ou até mesmo um jogo. Pedagogicamente, esse modo de utilização do computador é o denominado de paradigma instrucionista.

Valente (1993) sugere um outro nível de construção do conhecimento, uma segunda possibilidade, na qual o estudante desenvolve criações. Essa segunda abordagem é denominada por ele de paradigma construcionista. Embora Papert (1986) não exija a presença do computador para criação de projetos por parte dos estudantes, Valente (1993) indica que essas construções precisam ser desenvolvidas no computador, já que “o computador requer certas ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento (VALENTE, 1993, p. 134).

Nessa perspectiva o computador é um meio para o desenvolvimento cognitivo, contudo ele é apresentado como

[...] uma ferramenta de ensino e de aprendizagem, de maneira que o estudante precisa “dizer” ao computador o que é preciso ser executado e o professor criar o ambiente ideal de aprendizagem. Por conseguinte, a teoria aponta que a construção do conhecimento só acontece quando o ambiente de aprendizado proporcionado pelo software viabiliza ao aprendiz o levantamento de hipóteses, a investigação, a obtenção de resultados e o refinamento de suas ideias iniciais (CURCI, 2017, p. 57).

Para ilustrar esta possibilidade proposta no paradigma construcionista Valente (1993) usou a linguagem de programação Logo proposta pelo matemático e educador Seymour Papert. O ambiente Logo utiliza uma tartaruga gráfica que responde os comandos dados pelo usuário. Por meio dela, o indivíduo realiza ações para que a tartaruga construa elementos gráficos na tela do computador.

No Logo, o indivíduo precisa, inicialmente, resolver o seguinte problema: “como produzir determinado gráfico na tela?” Esse gráfico pode ser uma figura, texto, sequências, entre outros, e é produzido por uma certa sequência de comandos mnemônicos.

Embora, possa parecer, que o estudante esteja simplesmente utilizando o computador sem um determinado propósito, suas escolhas e ações podem resolver o problema inicial. Portanto, o estudante percebe a imagem visual do que está sendo construído, acompanhando cada uma de suas ações, refletindo sobre os

resultados apresentados e analisa as informações, podendo corrigir eventuais inconsistências se necessário.

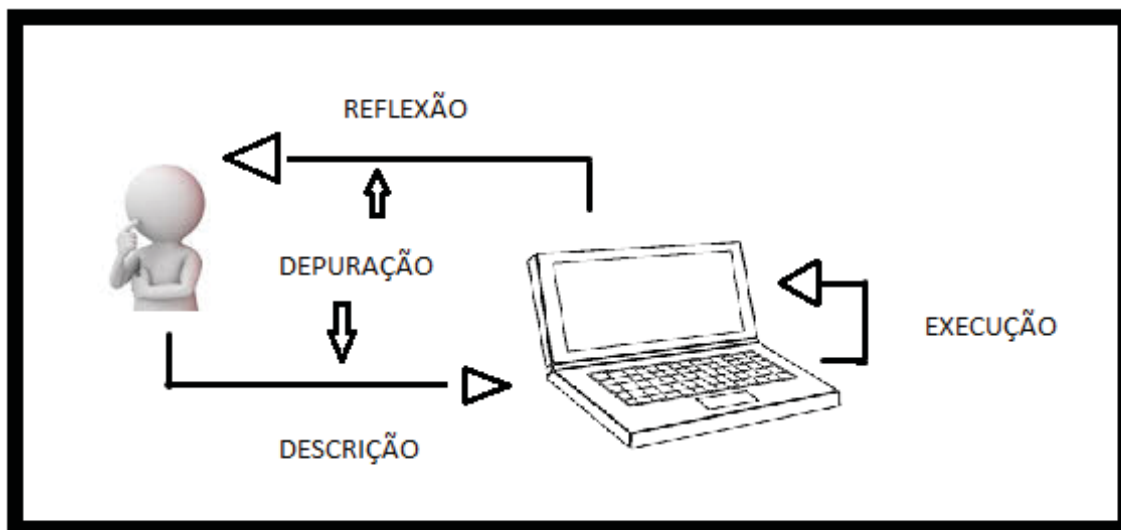
Esse processo de análise de informações pode desenvolver vários níveis de abstrações, os quais para Piaget (1977) e Mantoan (1991) desenvolverão alterações na estrutura mental do estudante, fazendo com que ele desenvolva novas habilidades. Entre essas abstrações, a mais simples é a empírica, que permite ao indivíduo extrair informações ou as ações do objeto, como a cor, ou talvez a forma. Enquanto a abstração pseudoempírica permite que se deduza conhecimentos da sua ação sobre o objeto. Já a abstração reflexiva permite a projeção do que é extraído de um menor para maior nível cognitivo.

Assim, o estudante experimenta, a partir de abstrações, uma passagem contínua de um determinado nível de inteligência para o seguinte nível. Esse processo contínuo é denominado por Jean Piaget como equilibração majorante. Ela também pode ocorrer na programação, já que o estudante pode aumentar o nível de complexidade de suas criações.

Para Valente (1993) o processo reflexivo, a respeito da solução do problema inicial, pode resultar em duas possibilidades. O estudante obtém o resultado desejado para seu problema, e, portanto, não tem a necessidade de alteração na programação, ou após a reflexão final, caso não tenha atingido seu objetivo, depura o programa para tentar solucionar o problema inicial.

Dessa forma, Valente (1993) sugere o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição para o desenvolvimento da aprendizagem, por meio do paradigma construcionista. (Ver Figura 5).

FIGURA 5 - CICLO DESCRIÇÃO - EXECUÇÃO - REFLEXÃO – DEPURAÇÃO - DESCRIÇÃO



FONTE: A autora (2021).

Maltempo (2012, p. 294) explica cada passo do ciclo proposto por Valente (1993). Em um primeiro momento, na fase da descrição, o usuário informa os procedimentos que devem ser executados, descrevendo-o “na forma de uma sequência de comandos na linguagem de programação”.

Na fase da execução, a programação é desenvolvida. Nesse momento, apresenta na tela do computador, os resultados da programação realizada. Tal resposta pode ser contemplada pelo usuário, que faz uma reflexão para analisar se seu problema inicial foi, de fato, solucionado, esta corresponde a terceira fase.

Caso o resultado apresentado não seja o esperado ou o adequado é possível que seja necessária a realização da quarta fase que é a depuração, ou seja, o repensar sobre o resultado obtido, permitindo, ao indivíduo um repensar sobre seus erros e acertos e, caso necessário, a correção da programação, retornando a primeira fase.

Assim, no ciclo descrito, o erro não é visto como algo negativo, mas como uma possibilidade de aprendizagem, que pode ser mediada pelo professor. Nesse contexto, Valente (1993) menciona que é fundamental a presença de um mediador no ciclo, auxiliando o indivíduo, seja nas questões técnicas, pedagógicas e psicológicas.

Neste mesmo viés, Curci (2017) destaca a importância do papel do professor para que o conhecimento seja socializado durante a abordagem

construcionista. Moretto (2011) também comenta sobre a importância de uma intervenção pedagógica apropriada na utilização de tecnologias pelos estudantes, uma vez que apenas conduzi-los ao laboratório de informática não garante que ocorra uma abordagem construcionista, mesmo que o software tenha essa intenção. Desse modo, percebemos a importância da presença do professor como mediador da aprendizagem nos processos que envolvem a utilização do computador.

Na perspectiva apresentada por Papert (1983) e Valente (1993), tem-se no Logo a sua maior expressão de um paradigma construcionista. Esse software utiliza de uma programação bem simples, de forma a permitir que até mesmo indivíduos, sem qualquer conhecimento de programação, possam desenvolver seus projetos. A esse tipo de linguagem computacional, dá-se o nome de programação visual, que abordaremos no próximo tópico do texto.

## 4.2 PROGRAMAÇÃO VISUAL

Entre as possibilidades do uso das TD no contexto escolar, o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes provenientes da realização de programações vem sendo pesquisado por vários pesquisadores, dos quais destacamos Resnick *et al.* (2009); Weintrop e Wilensky (2015); Elias (2018) e Pasqual Júnior (2020).

Várias são as linguagens de programação disponíveis, algumas muito conhecidas como C, Java, C++, Python e Ruby. Contudo, para Resnick *et al.* (2009), grande parte da população percebia a programação como algo muito restrito, disponível apenas para programadores profissionais. Isso porque, até o desenvolvimento de softwares que permitissem a produção em uma linguagem mais simples e acessível, apenas os conhecedores de linguagens avançadas de programação desenvolviam algum trabalho nesse sentido.

Desse modo, nos contextos pedagógicos, apenas professores conhecedores de linguagens de programação poderiam desenvolver ou abordar algum tipo de atividade que envolvessem esses sistemas. A partir da criação do Logo, nos anos 1980, essa realidade começa a ser alterada, já que ele permitia que usuários sem conhecimentos específicos desenvolvessem programações.

Mais tarde, inspirado no programa Logo, surgiram outros softwares que podem ser explorados no ambiente escolar, por professores de diferentes

disciplinas, tais como, o Scratch, o App Inventor, o Robomind, entre outros. Esses recursos são diferentes das linguagens tradicionais por possibilitarem uma programação visual, mais simples e intuitiva aos usuários.

Uma programação visual pode ser disponível para o usuário, por meio de blocos lógicos ou outros elementos gráficos, ou ainda recursos textuais mais simples, como no caso do Logo. De acordo com o GPINTEDUC (2020), uma programação é visual quando pode ser descrita “por blocos, mnemônicos ou outros elementos gráficos, não dependendo de descrição textual avançada de algoritmos”<sup>2</sup>.

Segundo Weintrop e Wilensky (2015) um exemplo dessa programação, assemelha-se a peças de quebra-cabeças, pois cada bloco tem uma cor distinta que corresponde a uma categoria. Os autores comentam que esses blocos vão sendo encaixados e a programação vai sendo desenvolvida. Caso o software perceba algum erro, ele mesmo não permite que determinado bloco seja utilizado naquele momento da programação. Seria como se o próprio software avisasse o usuário que aquela programação, naquele momento, é equivocada. Dessa forma, o programador intuitivamente percebe o erro e reorganiza a construção do desenvolvimento da programação. Assim, o usuário não precisa de um conhecimento prévio em linguagens de programação avançada para desenvolver programações.

Pasqual Júnior (2020) também relata que o uso de blocos se refere à programação visual. Contudo, o autor afirma que esse tipo de programação que ocorre em softwares como o Scratch, Blockly e Tynker não é o único que corresponde à linguagem visual. O pesquisador pontua que algumas outras possibilidades são o uso de janelas ou sistemas gráficos que permitem a programação.

Já estão disponíveis na internet vários tipos de softwares que trabalham com programação visual, tais como, Alice, *Agent Sheets*, App Inventor, *Blockly*, Scratch e *Snap!*. Esses softwares permitem o desenvolvimento de jogos 2D e 3D, aplicativos móveis e também animações.

Sobre o Scratch, Resnick *et al.* (2009) comentam que o objetivo do desenvolvimento da linguagem de programação intuitiva era atrair as pessoas que nunca pensaram em desenvolver alguma programação. Com recursos visuais, o desenvolvimento da programação se torna mais fácil e pode ser praticado por

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://gpinteduc.wixsite.com/utfpr/definicoes-do-grupo>. Acesso em: 04 jul. 2021

peças de várias idades e com diferentes interesses. Segundo os autores, essa linguagem de programação não tem como objetivo formar programadores, mas sim desenvolver conceitos matemáticos e estimular a criatividade e os trabalhos colaborativos. Essas habilidades são muito importantes para o século XXI, pois, a sociedade espera cidadãos que possam resolver problemas de formas variadas (RESNICK *et al.*, 2009).

Ainda para os autores supracitados, a programação ajuda a expandir a capacidade de aprendizagem, além de apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional, auxiliando o indivíduo a desenvolver estratégias de resolução de problemas, da mesma forma que propicia a autorreflexão. Wing (2006) explica que o pensamento computacional se refere à resolução de problemas com uso de estratégias provenientes da Ciência da Computação.

Também comentando sobre as possibilidades positivas advindas dessa prática, Trindade (2015) pontua que a programação intuitiva pode ser ajustada de forma mais rápida, fácil e lúdica do que a linguagem de programação textual. Além disso, a autora comenta que essa linguagem permite uma ampla aplicabilidade, como jogos, aplicativos para *smartphones*, inclusive utilizando recursos como câmeras e páginas da web.

Segundo Pasqual Júnior (2020, p. 60), “essas linguagens, que são aparentemente ingênuas, possuem um grande potencial para a construção de produções, que vão desde o controle de um robô até a produção de games profissionais”. O autor também comenta que elas podem ser utilizadas por professores para produzirem seus próprios recursos, ou por estudantes, no desenvolvimento de habilidades e na aprendizagem de conteúdos específicos, a partir da programação.

Um dos softwares que faz uso da programação visual e intuitiva, é o App Inventor 2, que utilizaremos nesta investigação.

#### 4.3 SOFTWARE APP INVENTOR 2

O software App Inventor 2<sup>3</sup> foi criado pela Google e é mantido atualmente pela universidade de *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Ele permite

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://appinventor.mit.edu/explore/>. Acesso em: 05 Jul. 2021.

desenvolver aplicativos de forma gratuita, para *smartphones* ou tablets que utilizem o sistema operacional Android<sup>4</sup>. Trata-se de:

[...] uma plataforma de desenvolvimento que permite pessoas com qualquer nível de experiência em programação criarem programas (aplicações) para o sistema operacional Android. Ele usa uma interface gráfica onde a funcionalidade dos componentes é exposta aos desenvolvedores via blocos de código permitindo construir o aplicativo sem ter que escrever código tradicional, tal como montar um quebra-cabeça (BARBOSA, 2016, p. 28).

O programa utiliza, como mencionado por Barbosa (2016), uma linguagem visual, semelhante a peças de quebra-cabeças. Assim, um dos diferenciais do App Inventor 2, com relação a outros softwares para programação de aplicativos, é a programação intuitiva presente, em que o programador utiliza blocos lógicos para o desenvolvimento de seu projeto, sem necessidade de ter um conhecimento prévio de nenhuma linguagem específica de programação, conforme citado por Oliveira (2016).

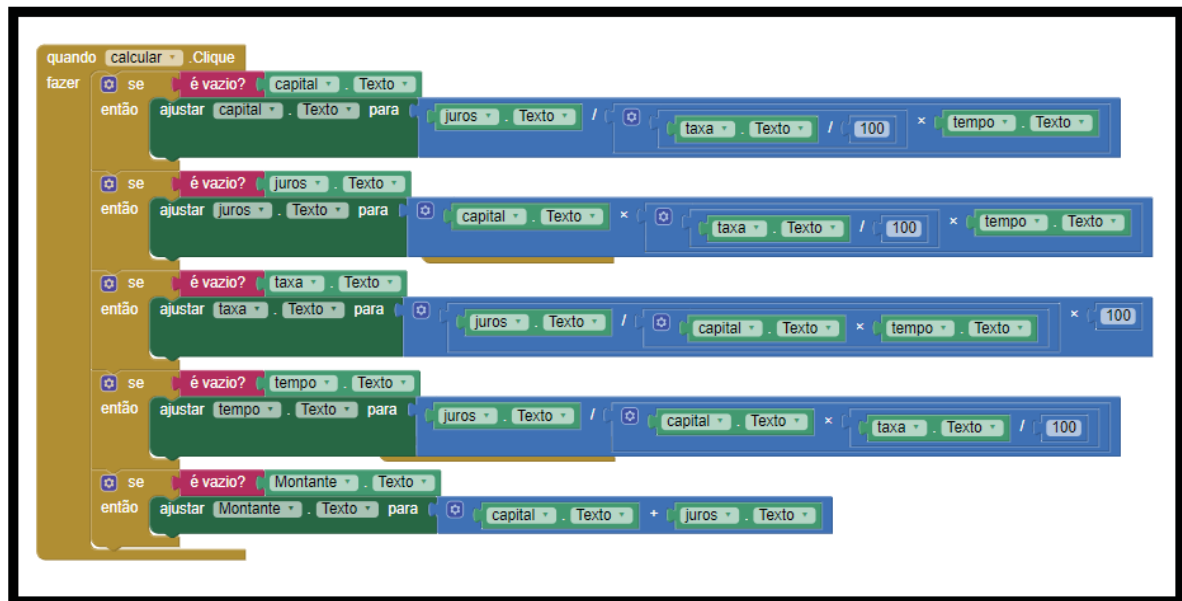
A grande diferença do App Inventor para a maioria das formas de programação e de criação de aplicativos para dispositivos de sistema operacional Android é que nele um desenvolvedor não utiliza uma linguagem tradicional de programação para construir seus aplicativos, mas o faz através da conexão de blocos lógicos multicoloridos. O App Inventor dispõe de um menu variado de funções pré-programadas para que o desenvolvedor possa, de maneira fácil e intuitiva, criar seus aplicativos com o mínimo de dificuldades através dos cliques e arrastos do mouse. A cada bloco lógico inserido pelo programador, o App Inventor cria, em um segundo plano, o código correspondente de forma totalmente autônoma e também de forma oculta, formando toda a programação do aplicativo, que é salva automaticamente a cada inclusão ou retirada de blocos realizada. (OLIVEIRA, 2016, p. 21).

Os blocos lógicos presentes no programa possuem cores específicas conforme suas funcionalidades. Apresentamos na Figura 6, um exemplo de programação no software.

---

<sup>4</sup> Android é um sistema operacional baseado em Linux, desenvolvido pelo grupo Open Handset Alliance. Ele é projetado principalmente para dispositivos móveis.

FIGURA 6 - EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO NO APP INVENTOR 2



FONTE: A autora (2021).

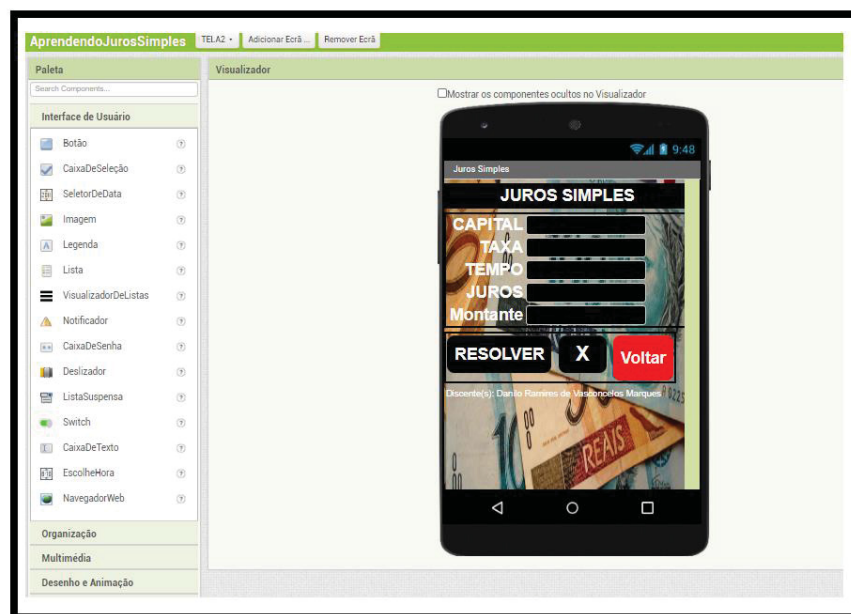
Para ter acesso ao software App Inventor 2 é necessário acessar o site do programa e fazer o cadastro por meio de uma conta de e-mail pessoal. A conexão com internet é necessária apenas para o acesso ao software e realização do cadastro, logo após é permitido o desenvolvimento do trabalho offline. Porém, no momento de salvar ou compilar o aplicativo desenvolvido é necessária a conexão, tendo a programação salva em nuvem. Desta forma é possível acessar os projetos assim como modificá-los ou aprimorá-los a qualquer momento e em qualquer computador.

No App Inventor 2 existem dois momentos da programação do aplicativo, em uma janela, chamada “Designer” é possível fazer o layout do aplicativo. Com as informações que estarão disponíveis nas telas desenvolvidas, formas, botões, imagens, tudo o que o programador quiser incluir nas telas do projeto, ou seja, toda a parte visual do aplicativo.

Cada uma das opções escolhidas para compor o layout do aplicativo está disponível na Interface do usuário. As opções que compõe este layout devem ser arrastadas para o espaço que simula o *smartphone*, colocando cada uma dessas opções conforme interesse do usuário. É possível incluir no aplicativo mais recursos visuais, tais como, mídias, desenhos, animações, vídeos, entre outros.

Na Figura 7, mostramos a interface do software, com o simulador da tela do *smartphone*.

FIGURA 7 - EXEMPLO DA INTERFACE DO SOFTWARE COM A SIMULAÇÃO DA TELA DO *SMARTPHONE*



FONTE: Disponível em: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 05 jul. 2021

O segundo momento de programação do aplicativo é a programação das funcionalidades inseridas no layout, em cada uma das telas propostas, que devem ser no máximo 10. A programação das telas acontece na janela “Blocos”, neste espaço o programador utiliza as peças que são diferenciadas por cores, conforme o grupo em que são separados. O programador “arrasta” os blocos escolhidos para a tela, construindo a programação dos itens na tela “Designer”, utilizando cada bloco necessário e organizando-os como mostramos na Figura 7.

Este software foi desenvolvido, principalmente, para fins educacionais com uma opção de ferramenta acessível tanto para estudantes quanto para professores, permitindo a criação de aplicativos educacionais móveis.

Os aplicativos educacionais móveis são “softwares desenvolvidos para serem instalados e utilizados em tablet, *smartphone* ou similares destinados aos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos.” (GPINTEDUC, online).

No App Inventor é possível criar aplicativos conforme o objetivo do desenvolvedor, de forma livre e gratuita. Nesse contexto, o professor não precisa trabalhar com os conteúdos a partir dos aplicativos disponíveis atualmente, ele pode criar sua própria mídia com características individuais que contemplem as necessidades do seu contexto (ELIAS, 2018, p. 60).

Pensando na importância da utilização das TD na educação, Elias, Rocha e Motta (2017) comentam que professores que desejam aulas mais personalizadas podem programar seus aplicativos educacionais. Para isso, podem fazer uso de softwares como o App Inventor. Desta forma o professor e os estudantes podem desenvolver e trabalhar os conteúdos construindo seus próprios aplicativos, suprindo suas necessidades em determinado momento.

No mesmo viés, Torres, Aroca e Burlamaqui (2014) escrevem que o App Inventor 2, passou a proporcionar uma educação computacional, construindo aplicativos para o sistema operacional *Android* de maneira didática.

Oliveira (2020) desenvolveu uma pesquisa sobre o desenvolvimento de aplicativos educacionais móveis para o ensino da Física. O autor mostra como é possível que professores façam uso do App Inventor 2 para trazer novas possibilidades para o contexto escolar. Elias (2018) também utilizou o programa para desenvolver aplicativos voltados para a disciplina de Matemática. Percebemos, assim, que uma das propostas de uso do software diz respeito à personalização de recursos didáticos por professores.

Uma outra proposta de uso da ferramenta é para que os próprios estudantes desenvolvam programações. Nessa possibilidade, os discentes desenvolvem habilidades provenientes da programação, ao mesmo tempo que aprendem conteúdos disciplinares. Ao programar no App Inventor 2, os estudantes experimentam uma abordagem construcionista de utilização do computador.

Duda, Pinheiro e Silva (2019), ao mencionarem a utilização do software para programação por estudantes na disciplina de Matemática, comentam que a programação estimula o desenvolvimento do Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático. Assim, além de aprenderem um determinado conteúdo que esteja vinculado ao aplicativo que estão desenvolvendo, podem desenvolver habilidades específicas:

Cenários de aprendizagem que contemplam a estruturação de aplicativos para a execução de cálculos podem favorecer uma melhor compreensão sobre o modo que o estudante compreende e utiliza conceitos matemáticos em contextos distintos, quer sejam puramente algorítmicos ou relacionados à modelagem de problemas. Com isso, as linhas de código desenvolvidas pelos estudantes se constituem em um importante instrumento diagnóstico de manifestações do pensamento algébrico. Além disso, viabilizam a avaliação em caráter qualitativo, no sentido de valorizar a pluralidade de formas de pensamento, em detrimento da resolução convencional de problemas envolvendo números (DUDA; PINHEIRO; SILVA, 2019, p. 51).

Nesta pesquisa, procuraremos identificar o desenvolvimento da aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Analítica, nas linhas de códigos criadas pelos estudantes que programaram no App Inventor 2, assim como descrevem os autores supracitados.

## 5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste Capítulo, apresentamos a metodologia utilizada nesta investigação, detalhando os sujeitos, a organização das atividades realizadas e os instrumentos utilizados para a produção dos dados.

### 5.1 A PESQUISA

A investigação que desenvolvemos e relatamos neste trabalho utilizou uma abordagem qualitativa de pesquisa, pois buscamos analisar todo o processo de desenvolvimento de aplicativos pelos estudantes, no software App Inventor 2. De acordo com Godoy (1995, p. 21), a abordagem qualitativa “permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques”. Os pesquisadores podem, nessa abordagem, interpretar qualitativamente os dados levantados de acordo com suas perspectivas e objetivos.

Como nosso objetivo é analisar se ocorre a resignificação da aprendizagem dos estudantes, por meio de atividades realizadas no App Inventor 2, faremos a “análise de micro processos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais” (MARTINS, 2004, p. 292). Esse tipo de análise é inerente às pesquisas qualitativas.

Para que pudéssemos realizar essa análise de uma forma ampla e integrada, a pesquisadora foi à campo para produção dos dados de pesquisa:

Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995, p. 21).

Essa captação do fenômeno, no caso desta pesquisa, refere-se à resignificação do conteúdo de Geometria Analítica pelos estudantes, por intermédio do uso do software selecionado. É importante pontuar que, embora nossa análise pretenda ser ampla, cada dado é relevante no processo. Nesse sentido, Zoppo (2017) menciona que, ao fragmentarmos os dados da pesquisa, é possível

verificarmos de forma minuciosa o caminho percorrido, percebendo os detalhes que podem auxiliar na investigação proposta. Nesse entendimento, todas as etapas da investigação se tornam fundamentais para compreensão do pesquisador.

Nesse tipo de pesquisa, o processo da pesquisa pode ser habilmente organizado em uma sequência linear de etapas conceituais, metodológicas e empíricas. Cada etapa pode ser tomada e considerada uma após a outra e separadamente. Se o pesquisador quiser fazer pesquisa qualitativa, precisará levar em consideração, ainda mais, o fato de que há uma interdependência mútua das etapas isoladas do processo de pesquisa. (FLICK, 2009, p.95).

Com base nos apontamentos de Flick (2009), organizamos nossa pesquisa em uma sequência linear de procedimentos, na qual as etapas desenvolvidas são complementares umas às outras. As etapas foram as seguintes: (a) discussões com o orientador para delimitação do tema da pesquisa e encaminhamentos metodológicos; (b) busca de referenciais teóricos que pudessem dar norte à investigação; (c) conhecimento da pesquisadora sobre o software App Inventor 2 (d) contato com a escola para desenvolvimento da pesquisa e definição dos sujeitos; (e) organização da pesquisa de campo; (f) realização da pesquisa ; (g) categorização, discussão e análise dos dados coletados. Essas etapas serão explicitadas em nosso próximo tópico.

Contudo, levamos em conta que a pesquisa qualitativa não está relacionada a regras fixas ou generalizações, como pontua Goldenberg (1997), portanto a pesquisa aqui relatada foi antecipadamente planejada, porém foi sendo desenvolvida, analisada e adaptada conforme a necessidade.

## 5.2 ETAPAS INICIAIS E ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Iniciamos com algumas reuniões com o orientador para discutirmos sobre o tema da pesquisa e encaminhamentos metodológicos, assim como delimitar a questão norteadora. O grupo de pesquisas também contribuiu com essa delimitação, uma vez que a pesquisadora pode observar algumas pesquisas desenvolvidas por integrantes, que também versavam sobre o App Inventor 2 (ELIAS, 2018; MEREDICK, 2019, OLIVEIRA, 2020, PSZYBYLSKI, 2019).

Na sequência seguimos com a investigação fazendo o levantamento teórico que respaldou nossa pesquisa de campo e a futura análise dos dados. Buscamos na

literatura entendimentos sobre o uso das TD na Educação, programação visual, Construcionismo, App Inventor 2, Aprendizagem significativa e Mapas conceituais. A busca da literatura ocorreu utilizando obras de teóricos renomados sobre cada uma das temáticas estabelecidas, além da busca de pesquisas já desenvolvidas por integrantes do grupo de pesquisa do qual fazemos parte (GPINTEDUC) e outras pesquisas localizadas por meio de buscas no Google Acadêmico. Destacamos que já apresentamos nos capítulos anteriores os principais referenciais adotados neste estudo.

Após este levantamento, a pesquisadora passou a explorar o software App Inventor 2, para conhecê-lo previamente e para posterior orientação aos estudantes. A pesquisadora, além de leituras de materiais disponíveis, acompanhou alguns tutoriais no *YouTube*<sup>5</sup> para conhecimento da programação intuitiva estabelecida pelo software.

Depois da exploração do App Inventor 2 pela pesquisadora, foi realizada consulta à direção da escola, apresentando a proposta da pesquisa e estudo de viabilidade de realização na instituição. Assim que a direção da escola verificou, analisou e autorizou o desenvolvimento, a pesquisadora fez a organização do cronograma de atividades que desenvolveria, definiu os sujeitos, a distribuição da carga horária e o conteúdo programático. Vale destacar, que a pesquisadora é professora da instituição e que a pesquisa ocorreu em uma de suas turmas.

As aulas de Matemática nas turmas das 3<sup>a</sup> séries do Ensino Médio desta escola estão distribuídas em quatro aulas semanais. Observando o horário de aulas, percebemos que nas quartas-feiras a pesquisadora, professora de uma das turmas, teria duas aulas geminadas. Considerando que esse tempo maior com os estudantes contribuiria com o desenvolvimento das atividades, optamos por escolher esse dia da semana para realização do trabalho no laboratório de informática. Desta forma, os estudantes já estavam preparados para neste dia da semana irem até o espaço para realização da investigação.

Fizemos o planejamento dos encontros, prevendo as atividades que seriam desenvolvidas em cada aula, em um total de dez. Como as aulas eram geminadas, previmos cinco encontros.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fQZ0Xb09GrY> e [https://www.youtube.com/watch?v=UpZjOAwugBU&list=PLx4x\\_zx8csUjl2tMSI-MI9HhzAis6iOLP](https://www.youtube.com/watch?v=UpZjOAwugBU&list=PLx4x_zx8csUjl2tMSI-MI9HhzAis6iOLP)  
Acesso em: 26 jun. 2020.

O conteúdo foi escolhido porque ele já havia sido abordado de maneira mais tradicional em sala de aula pela professora, embora os estudantes tenham demonstrado dificuldades de aprendizagem acerca de alguns conceitos relacionados ao tema. Essas dificuldades foram observadas pela professora/pesquisadora quando ela realizou avaliações formais sobre o conteúdo já no 1º trimestre do ano letivo de 2019. Dessa forma, os estudantes já haviam tido contato inicial com os conceitos que seriam propostos para o desenvolvimento dos aplicativos.

Destacamos que o conteúdo escolhido, serve apenas como meio para responder à questão norteadora estabelecida, que é “A programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2 pode auxiliar os estudantes da 3ª série do Ensino Médio a ressignificarem suas aprendizagens?”

Compreendendo a importância da atividade colaborativa no uso das TD, decidimos organizar os estudantes em equipes. Cada equipe deveria elaborar um aplicativo que envolvesse um conceito, dentro do conteúdo de Geometria Analítica.

Foi definido com os estudantes alguns momentos, como a apresentação da proposta da pesquisa e do software App Inventor 2, elaboração dos Mapas Conceituais em dois momentos distintos, e a programação e compartilhamento dos aplicativos desenvolvidos. Também propusemos um questionário para ser respondido pelos estudantes, no início e ao final da pesquisa de campo, para verificarmos o nível de relacionamento deles com as TD e suas impressões sobre as atividades realizadas, sendo todas em sala de aula. Para analisarmos a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos, aplicamos uma lista de exercícios de múltipla escolha, contendo 4 questões. Tal lista foi aplicada duas vezes, nos mesmos momentos dos questionários. (Ver Apêndice C).

No Quadro 1, apresentamos uma síntese da organização dos encontros.

QUADRO 1 - PLANEJAMENTO DOS ENCONTROS

| <b>Encontros</b> | <b>Data</b> | <b>Desenvolvimento do trabalho</b>   | <b>Local do desenvolvimento</b>   |
|------------------|-------------|--|-----------------------------------|
| 1                | 18/09/2019  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do software App Inventor 2;</li> <li>- Desenvolvimento do mapa conceitual coletivo;</li> <li>- Aplicação do questionário de entrada e da lista de exercícios;</li> <li>- Construção dos grupos de trabalho;</li> <li>- Desenvolvimento do primeiro mapa conceitual por grupo;</li> </ul> | Sala de aula e espaço multimídia. |

|   |            |   |                     |
|---|------------|---|---------------------|
| 2 | 25/09/2019 | - Primeiro contato com a sala de informática para o desenvolvimento da programação;<br>- Desenvolvimento do projeto dos aplicativos em equipe.  | Sala de informática |
| 3 | 02/10/2019 | - Programação dos aplicativos desenvolvidos pelos estudantes.   | Sala de informática |
| 4 | 09/10/2019 | - Testes e correções das programações;  | Sala de informática |
| 5 | 16/10/2019 | - Baixar os aplicativos desenvolvidos nos <i>smartphones</i> de ao menos um integrante de cada grupo.<br>Teste dos aplicativos baixados nos celulares dos estudantes.<br>- Construção do segundo mapa conceitual, realizado em grupo;<br>- Aplicação do questionário de saída, respondido individualmente e da lista de exercícios. | Sala de aula        |

FONTE: A autora (2021).

### 5.3 A INSTITUIÇÃO E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no período de setembro a outubro do ano de 2019 em uma escola estadual do estado do Paraná. A instituição atende estudantes do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. As turmas de 6º, 7º e 8º anos são atendidas no período da tarde e as turmas de 9º anos no período da manhã. As séries do Ensino Médio estão divididas entre manhã e noite e as turmas do EJA, em sua totalidade, no período noturno. As atividades de pesquisa foram desenvolvidas no período matutino em uma turma de 3º série do Ensino Médio.

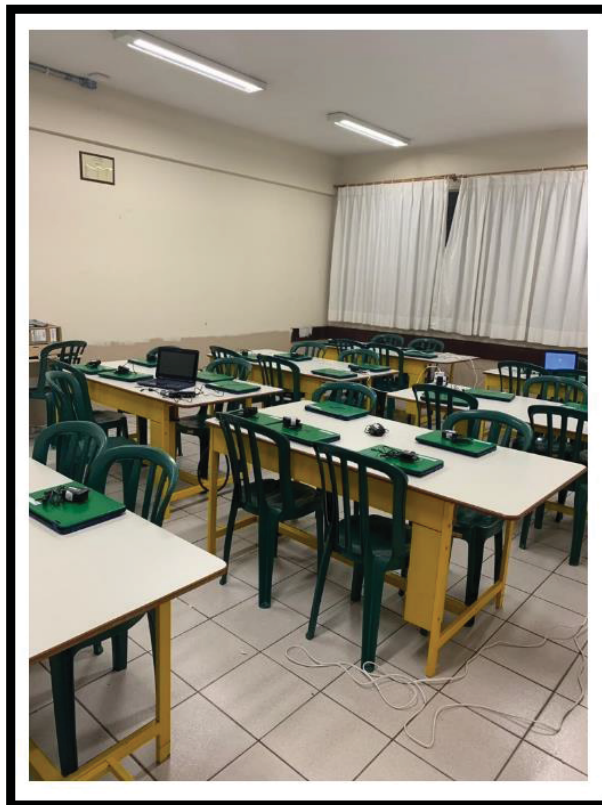
A professora pesquisadora foi, no ano da realização da pesquisa, professora regente da turma pesquisada, portanto foi possível analisarmos de forma cotidiana as atividades propostas.

A turma foi dividida em cinco equipes com cinco estudantes cada. Cada grupo escolheu o tema dentro de Geometria Analítica que iria programar o aplicativo. Esta turma era composta por 11 meninas e 14 meninos, bastante homogênea, a totalidade dos estudantes moram no bairro em que está situada a escola e interagem bem entre eles. Os estudantes foram bastante participativos e interessados, a média de idade era de 17 anos, 100% dos estudantes possuíam *smartphone*, porém, não todos utilizavam sistema Operacional Android.

Na instituição, atualmente, existem cinco servidores em funções de apoio técnico/pedagógico e, 60 professores em salas de aula, destes, seis são docentes de Matemática e três professores formam a equipe diretiva. Na sala de informática

da escola estão disponíveis 20 *netbooks*, todos conectados à internet por meio de cabo (ver Figura 8).

FIGURA 8 - SALA DE INFORMÁTICA



FONTE: A Autora (2019).

#### 5.4 OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento da pesquisa utilizamos diferentes instrumentos para coleta de dados. Segundo Yin (2016) para a construção de uma pesquisa qualitativa é necessário coletar, analisar e apresentar dados de diversas fontes.

Para iniciarmos e encerrarmos a pesquisa utilizamos um questionário, como mencionamos ao relatar a organização da pesquisa, os quais chamamos de questionário de entrada e questionário de saída. Segundo Boni e Quaresma (2015) através de questionários existe a possibilidade de obtermos respostas rápidas e precisas. Desta forma é possível percebermos qual a relação que os estudantes mantinham, naquele momento, com a disciplina de Matemática e com o uso dos aparelhos *smartphones*. Os estudantes responderam de forma individual cada um dos questionários. (Ver Apêndice A).

Para compreender como estavam estruturados os subsunçores dos estudantes e verificar se eles conseguiam fazer relações entre os conceitos do conteúdo, optamos por fazer uso dos Mapas Conceituais, como propõe Moreira (2012). Entendemos que era importante também oportunizar que os estudantes elaborassem mais um Mapa Conceitual, ao final do período de atividades, para analisar se as relações constituídas entre os conceitos haviam sido ampliadas após o uso do software App Inventor 2. Além disso, aplicamos uma lista de exercício contendo 4 questões, para que os estudantes respondessem de forma individual. A mesma lista foi disponibilizada no primeiro e no último encontro com a turma. Moreira (2012) destaca a importância de o professor acompanhar a evolução conceitual dos estudantes. Assim, observar os mapas conceituais e as listas de exercícios são relevantes nesse movimento.

A professora pesquisadora realizou várias observações e anotações de como cada grupo se posicionou perante o desenvolvimento do trabalho. Para isso efetuava registros escritos. Ela também fotografou cada encontro. Além disso, os próprios aplicativos desenvolvidos por cada uma das equipes darão suporte à análise que será desenvolvida, bem como o processo de programação.

Desse modo, constituíram-se os seguintes instrumentos metodológicos: (a) questionários individuais de entrada e de saída; (b) mapas conceituais coletivos iniciais e finais; (c) lista de exercícios; (d) fotografias das atividades; (e) observações e anotações da pesquisadora; (f) processo de programação dos aplicativos e (g) aplicativos desenvolvidos pelas equipes.

## 5.5 A DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS PARA DESENVOLVIMENTO DOS APLICATIVOS

No primeiro encontro que iniciamos a aplicação do projeto, a professora pesquisadora, conversou com os estudantes, trazendo algumas reflexões, tais como: O que esperamos da educação em nosso país? Como jovens e adultos dão continuidade nos estudos depois da Educação Básica? O que é tecnologia? Ela pode ser útil para nossa vida em sociedade? Como entendemos a utilização das tecnologias em nosso cotidiano?

Essas reflexões foram suscitadas pois grande parte dos estudantes faz parte de famílias de baixa renda, cujos pais têm pouco estudo. Muitos deles acabam conciliando trabalho ao estudo, sendo baixas suas expectativas de ingresso na universidade.

Os estudantes participaram da conversa, debateram sobre suas expectativas para o futuro, questionaram sobre a evolução das TD e como é o entendimento de outras gerações sobre a tecnologia. A pesquisadora explicou para eles que estava cursando mestrado, destacou que pretendia desenvolver uma pesquisa de campo na escola e que eles seriam os participantes da pesquisa. Explicou, também, que eles precisariam concordar com isso. Os estudantes se sentiram bastante valorizados e ficaram motivados a serem participantes de uma pesquisa de mestrado, demonstrando aceite de forma verbal.

Nesse primeiro encontro, a professora também apresentou brevemente para os estudantes o App Inventor 2, mostrando alguns aplicativos disponíveis no repositório do software.

Ainda no primeiro encontro, na segunda aula, iniciamos propondo um questionário de entrada (ver Apêndice A), no qual os estudantes responderam individualmente, perguntas relacionadas à disciplina de Matemática e à utilização das TD no cotidiano. Desta forma, poderemos realizar uma verificação da relação que os estudantes estabeleciam, naquele momento, com a disciplina de Matemática e a utilização de *smartphones*.

Após a resposta do questionário, a professora pesquisadora apresentou para os estudantes um mapa conceitual sobre educação, já construído. Comentou o mapa conceitual e propôs que eles fizessem todos juntos um mapa conceitual, desta vez sobre Matemática básica. A questão norteadora foi: “O que é básico na Matemática?”. Todos os estudantes participaram da construção, debatendo e sugerindo conteúdos já estudados nos anos iniciais do ensino fundamental.

Na sequência, assim que foi desenvolvido o primeiro mapa conceitual, a turma foi dividida em 5 equipes com 5 estudantes cada equipe. Cada grupo escolheu um tema dentro de Geometria Analítica, com o qual iria programar o aplicativo.

Os temas foram propostos pela professora da turma e escolhidos por cada grupo, ocorreu por meio da seguinte divisão:

Equipe 1: Coeficiente angular da reta.

Equipe 2: Baricentro.

Equipe 3: Distância entre dois pontos no plano cartesiano.

Equipe 4: Ponto médio.

Equipe 5: Quiz sobre Geometria Analítica. Neste mesmo encontro, foi desenvolvido com as equipes previamente divididas, um novo mapa conceitual. Porém, desta vez, sobre Geometria Analítica, com a seguinte questão norteadora: “O que aprendemos sobre Geometria Analítica na 3ª série do Ensino Médio?”.

No segundo encontro, novamente mostramos as funcionalidades do software App Inventor. Dessa vez, a pesquisadora mostrou a programação visual presente nele, apresentando algumas possibilidades de desenvolvimento. Os estudantes já estavam na sala de informática e puderam acessar o software nos *netbooks* da escola.

Ainda nesse encontro, as equipes puderam planejar o aplicativo que desenvolveriam, realizando anotações e vendo tutoriais sobre o software na web.

No primeiro momento da programação dos aplicativos, os estudantes se sentaram nas mesas que estão distribuídos os computadores, em duplas ou trios. Alguns deles utilizavam o próprio celular para pesquisar informações que contribuíssem com o desenvolvimento dos aplicativos. A maioria dos estudantes logo que conectou a internet nos *netbooks*, acessando o software e iniciando os testes, outros se dedicaram primeiramente a assistir tutoriais de como construir aplicativos educacionais utilizando o App Inventor 2. Na Figura 9, mostramos um exemplo, no quarto encontro do projeto, os estudantes organizados em equipes, da mesma forma que aconteceu sempre que o trabalho foi desenvolvido desta forma.

FIGURA 9 - INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO



FONTE: A autora (2019).

No decorrer do desenvolvimento do trabalho ocorreram várias dúvidas dos estudantes sobre o que poderiam realizar e o que não poderiam, dúvidas inclusive matemáticas, não só com relação a utilização do software. Revisamos algumas vezes os conteúdos e os estudantes pesquisavam em seus cadernos e livros didáticos o que avaliavam ser necessário para o desenvolvimento dos aplicativos.

Algumas equipes que tiveram mais facilidade no desenvolvimento ajudaram os demais colegas que tinham mais dúvidas no processo de construção dos aplicativos.

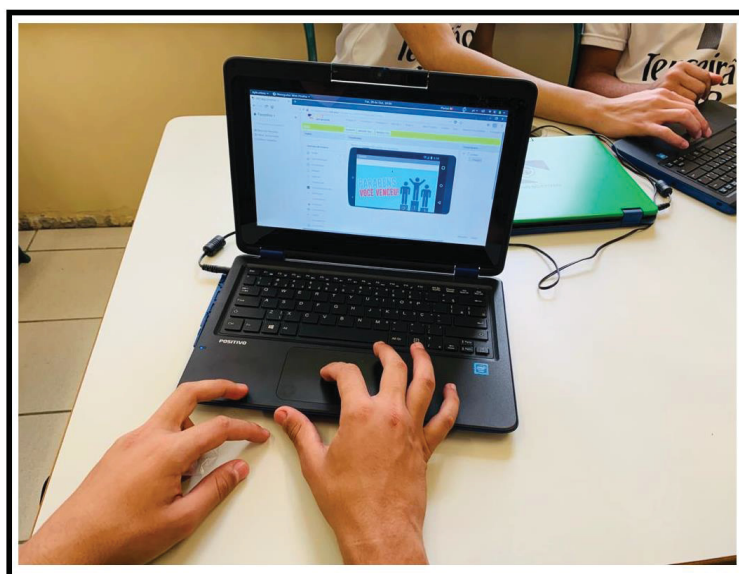
No terceiro encontro as equipes elaboraram seus aplicativos, desenvolveram os layouts das telas e a programação de cada uma delas. Estes encontros aconteceram sempre na sala de informática da escola, acompanhados pela professora pesquisadora.

O quarto encontro foi utilizado para realizar os testes e correções das falhas que os aplicativos, porventura, poderiam apresentar. Para tal ação, foi necessário emprestarmos o celular da diretora da escola, pois não tínhamos internet wifi aberta

para os estudantes e o celular da professora pesquisadora utiliza o sistema operacional IOS.

Na Figura 10, temos um registro do momento no qual os estudantes da Equipe 5 estão terminando a programação do Quiz sobre Geometria Analítica. Neste momento do desenvolvimento do aplicativo estavam realizando os testes e correções necessárias.

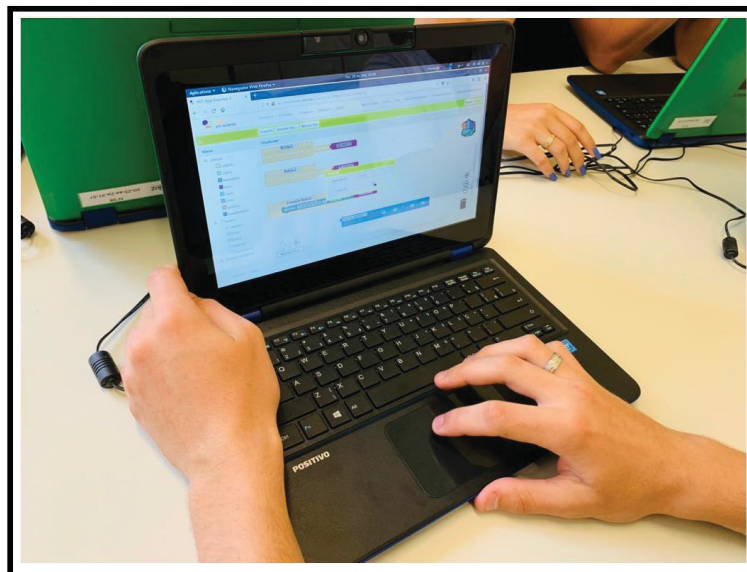
FIGURA 10 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS



FONTE: A autora (2019).

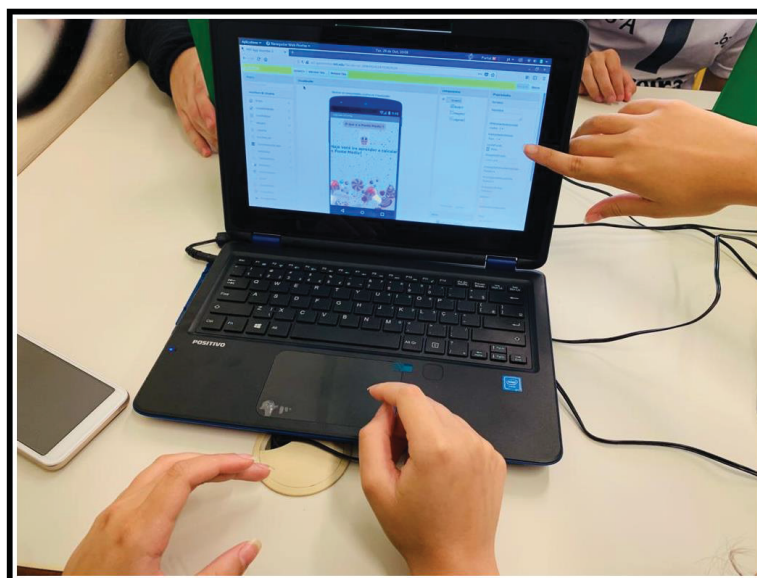
Além de adaptarem as programações (Figura 11), os estudantes também se preocuparam em fazer adaptações no layout dos aplicativos (Figura 12).

FIGURA 11 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 12 - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS



FONTE: A autora (2019).

No último encontro, os estudantes realizaram o download dos aplicativos desenvolvidos em seus *smartphones*. Como no local não tínhamos wifi disponível, um dos estudantes prontamente se dispôs a rotear a sua internet para os demais colegas, para que ao menos um estudante de cada grupo tivesse todos os aplicativos disponíveis para que pudessem testar e avaliar perante o grupo. Os estudantes acessaram os aplicativos, comentaram e avaliaram cada um deles.

Nos dirigimos para a sala de aula para concluir o projeto. Após a análise dos aplicativos nas equipes, foi proposto um novo questionário de saída (ver Apêndice B), com questões sobre como avaliavam o desenvolvimento daquela atividade. Assim como propusemos novamente a lista de exercícios para ser respondida pelos estudantes. Na Figura 13, temos o registro dos estudantes respondendo o questionário.

FIGURA 13 - QUESTIONÁRIO DE SAÍDA



FONTE: A autora (2019).

## 6 ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo se destina à análise dos dados produzidos, com base no referencial teórico desta pesquisa. Para tanto, procedemos uma análise descritiva dos dados.

Por meio dessa pesquisa, foi possível observar que uma das possibilidades de atividades promovidas pelo uso de *smartphones* nas aulas de matemática é a programação de aplicativos, realizada pelos estudantes. Ferreira e Mattos (2015) já comentavam que os estudantes da Educação Básica utilizam os *smartphones* com frequência em suas vidas. Notamos, em nossas observações durante as aulas, que essa evidência apontada pelos autores é real, mesmo em um contexto de escola pública, localizada em uma região de periferia.

Diante dessa utilização constante dos *smartphones* em nosso cotidiano, foi proposto aos estudantes algumas atividades de programação utilizando o software App Inventor 2, como foi pontuado nesse trabalho nos capítulos anteriores, buscando responder à pergunta norteadora proposta, a saber: A programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2, pode auxiliar os estudantes da terceira série do Ensino Médio a ressignificarem suas aprendizagens?

Para esse desenvolvimento foram usados alguns instrumentos metodológicos para cada aplicativo desenvolvidos pelos estudantes. Como pontuamos no capítulo destinado à descrição da metodologia, os instrumentos metodológicos para produção dos dados foram: (a) questionários individuais de entrada e de saída; (b) mapas conceituais coletivos iniciais e finais; (c) lista de exercícios, realizada antes e depois da programação dos aplicativos; (d) fotografias das atividades; (e) observações e anotações da pesquisadora; (f) processo de programação dos aplicativos e (g) aplicativos desenvolvidos pelas equipes.

A observação e os registros da pesquisa estiveram presentes em todo o processo investigativo. Assim, faremos a discussão dos dados apresentando o que revelaram os questionários, os mapas conceituais, as listas de exercícios e os aplicativos, já considerando o olhar da pesquisadora e seus registros escritos. As imagens foram utilizadas para evidenciar, exemplificar e ilustrar a descrição dos encontros (realizada no capítulo anterior) e os aplicativos dos estudantes, que descreveremos neste capítulo.

## 6.1 O QUESTIONÁRIO INICIAL

O questionário inicial procurou revelar quem eram os participantes da pesquisa e identificar a relação deles com os aparelhos *smartphones*, bem como verificar a relação que eles tinham com a disciplina de Matemática. Esse questionário está disponível no Apêndice A. O Quadro 2, apresenta uma síntese das respostas dos estudantes.

QUADRO 2 - SÍNTESE DAS RESPOSTAS OBTIDAS NO QUESTIONÁRIO INICIAL

| Questões   | Respostas            |                        |
|--|----------------------|------------------------|
|  |                      |                        |
| 1) Qual a sua idade?   | <b>16 ou 17 anos</b> | <b>18 anos ou mais</b> |
|  | 21 alunos            | 4 alunos               |
| 2) Você gosta de Matemática?   | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 12 alunos            | 13 alunos              |
| 3) Em relação ao seu aprendizado em matemática, você tem:                                  | <b>Facilidade</b>    | <b>Dificuldade</b>     |
|  | 08 alunos            | 17 alunos              |
| 4) Você possui <i>smartphone</i> ?   | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 25 alunos            | 0 alunos               |
| 5) Qual o sistema operacional do seu <i>smartphone</i> ?                                   | <b>Android</b>       | <b>IOS</b>             |
|  | 23 alunos            | 02 alunos              |
| 6) Você já utilizou o <i>smartphone</i> , para fins pedagógicos, em alguma aula na escola? | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 17 alunos            | 8 alunos               |
| 7) Gosta de usar o <i>smartphone</i> , para fins pedagógicos, nas aulas de matemática?     | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 25 alunos            | 0 alunos               |
| 8) Acredita que o uso do <i>smartphone</i> pode auxiliar em seu aprendizado?               | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 25 alunos            | 0 alunos               |
| 9) Você tem computador em casa?  | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 17 alunos            | 8 alunos               |
| 10) Já realizou algum tipo de programação no computador?                                   | <b>Sim</b>           | <b>Não</b>             |
|  | 9 alunos             | 16 alunos              |

FONTE: A autora, 2021.

A partir das respostas dadas ao Questionário 1, presentes no Quadro 2, percebemos que 12 alunos disseram gostar de Matemática e oito apontaram ter facilidade para aprender os conteúdos estudados. Analisando o questionário, percebemos que alguns dos estudantes, que gostam da disciplina, responderam que possuem dificuldades no aprendizado de alguns conteúdos, enquanto outros que afirmaram não gostar da disciplina, responderam ter facilidade no aprendizado.

Como afirmam Kenski (2011) e Borba, Silva e Gadanidis (2015), o uso pedagógico de tecnologias podem trazer contribuições ao aprendizado. Assim, vemos que diante da dificuldade relatada pela maioria dos estudantes com relação à disciplina de matemática, no questionário, existe a necessidade de novas ações no ambiente escolar, tais como as experimentadas com o uso do App Inventor.

Todos os estudantes afirmaram que possuem um *smartphone* pessoal. Desse percentual, cerca de 91% indicaram que o sistema operacional de seu aparelho é o Android. Notamos, nesse sentido, que o aparelho é acessível aos estudantes, tal como mencionado por Borba, Silva e Gadanidis (2015). Dessa forma esta pesquisa se justifica, visto que concordamos com Ferreira e Mattos (2015) quando afirmam que o sistema educacional precisa ter um olhar mais atento às possibilidades destas ferramentas, e promover mais intensamente o uso destas ferramentas inclusive dentro dos ambientes educacionais.

Em conversa com os alunos foi percebido que 100% dos estudantes indicaram aplicativos de mensagens instantâneas e redes sociais como preferidos, muitos comentaram a facilidade de interação, independente da localidade de cada um, com seus pares através das redes sociais e aplicativos de mensagens, como *WhatsApp*, *Facebook*, *Twitter* e *Instagram*. Percebemos a necessidade de comunicação e participação mencionada por Ferreira e Mattos (2015), ao tratarem da informação e comunicação entre os jovens. Os autores já comentavam sobre a mobilidade e preferência por redes sociais, o que ficou evidenciado no questionário.

Dentre aqueles que responderam à questão sobre a utilização de *smartphones* no contexto de sala de aula, 17 alunos indicaram que alguns professores já utilizaram esses aparelhos para realizar pesquisa na internet. Vemos, assim, que já existe um movimento sutil no ambiente escolar sobre o uso pedagógico do *smartphone*. Esse movimento vai ao encontro das sugestões de Elias, Rocha e Motta (2017) sobre a necessidade de reflexão sobre os possíveis benefícios de se inserir essa tecnologia na escola.

Todos os 25 alunos escreveram que gostariam de fazer uso de *smartphones* nas aulas de Matemática, e a totalidade também acredita que a utilização desta ferramenta pode auxiliar no processo de aprendizagem. No entanto 16 alunos relataram que em momento algum desenvolveram programação. Notamos, nesse sentido, uma pré-disposição dos estudantes quanto ao uso de uma nova tecnologia, embora eles demonstrem que são apenas usuários, sem conhecimentos de como

construir a partir dela. Isso sugere o uso instrucionista das TD, criticado por Papert (1993).

Segundo Elias (2018), a utilização de *smartphones* somente para atividades de pesquisa e o uso da calculadora, ou do bloco de notas, indica uma visão reducionista frente às possibilidades dessa TD no contexto educacional. Dessa forma se faz necessário promover uma usabilidade de forma evidenciada das tecnologias móveis em sala de aula, tais como, o desenvolvimento de programações, o uso de aplicativos educacionais, entre outros.

Destacamos, desse modo, que o questionário inicial nos mostrou que havia a possibilidade de se utilizar o *smartphone* em sala de aula e que, tal como mencionado por Borba, Silva e Gadanidis (2015); Elias, Rocha e Motta (2017) e Elias (2018), ele já fazia parte da vida dos estudantes.

## 6.2 MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS

O objetivo de aplicarmos mapas conceituais no início da pesquisa foi perceber a relação dos estudantes com o conteúdo de Geometria Analítica, buscando identificar os conhecimentos que eles revelavam acerca dos conteúdos. Essa construção possibilitou a obtenção de informações para a realização da organização, análise e avaliação dos dados da pesquisa (MOTTA, 2012). Os estudantes foram convidados a criar os mapas conceituais usando papel, caneta, lápis e borracha. Realizaram a atividade em equipes, previamente estabelecidas para o desenvolvimento dos aplicativos.

Os estudantes tiveram contato com um primeiro mapa conceitual de exemplo, exposto pela professora. Também construíram um mapa relacionado à Matemática Básica. Nesses momentos, a professora procurou orientá-los quanto aos elementos presentes nos mapas conceituais, as preposições necessárias, pautando-se nas explicações de Motta (2012), acerca da construção desses recursos. Mesmo diante dessa mobilização inicial, notamos que eles demonstraram dificuldade no desenvolvimento dos mapas conceituais, quando solicitamos que construíssem a partir da questão norteadora específica de Geometria Analítica. Ressaltamos que os estudantes relataram que não tinham vivenciado experiências prévias com essa metodologia e que outros professores nunca haviam solicitado construções semelhantes. Os mapas foram desenvolvidos a partir do

estabelecimento da seguinte questão norteadora: “O que aprendemos sobre Geometria Analítica na 3ª série do Ensino Médio?”.

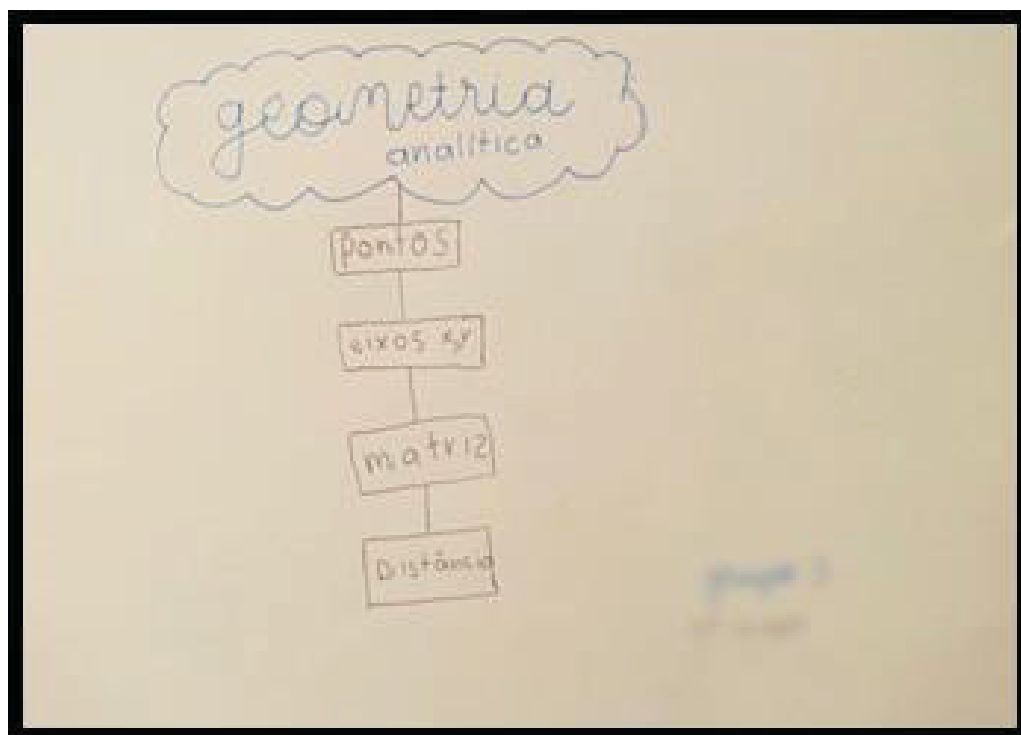
Embora os mapas conceituais desenvolvidos demonstrem certa dificuldade dos estudantes com relação à compreensão sobre a construção dos mesmos, eles nos revelam os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao conteúdo de Geometria Analítica. Nesse sentido, os mapas conceituais se revelam como instrumentos avaliativos, conforme destacam Moreira e Masini (1982). Para os autores, a avaliação nesse caso não se refere a testar conhecimentos ou atribuir notas, mas na obtenção de informações sobre as estruturas que estudantes possuem com relação aos conceitos. Desse modo, não exigimos uma padronização nas construções, nem avaliamos o rigor com que foram realizadas, pois conforme mencionado pelos autores, o objetivo principal da construção de mapas conceituais não deve ser a aprendizagem de confecção do mapa em si, mas sim a busca por conceitos prévios ou o estabelecimento de relações entre conceitos. Nesse viés, Novak e Gowin (1998) já explicavam que os mapas conceituais objetivam conhecer as ideias prévias dos estudantes.

Segundo Moreira (2014) a aprendizagem significativa proporciona que as ideias expressas interajam de maneira substantiva e não-arbitrária com o que o estudante já sabe, por isso, é interessante perceber as concepções iniciais dos estudantes referentes ao conteúdo de Geometria Analítica. Nesse sentido, visando essa interação comentada pelo autor, buscamos compreender os subsunçores presentes nos mapas conceituais desenvolvido por cada equipe.

As quatro primeiras equipes desenvolveram mapas conceituais que revelam suas concepções iniciais sobre o conteúdo. Analisando os mapas conceituais produzidos por essas equipes, percebemos, em sua maioria, que houve a indicação dos conteúdos: planos cartesianos, retas, ângulos, pontos, triângulos, medianas, baricentro e distância entre pontos.

Na Figura 14, é possível observar o primeiro mapa conceitual realizado pela equipe 1, antes do início da programação dos aplicativos. Podemos perceber que a estrutura cognitiva sobre o conteúdo ainda era bastante superficial, citando apenas os conceitos de ponto, eixos, matrizes e distância.

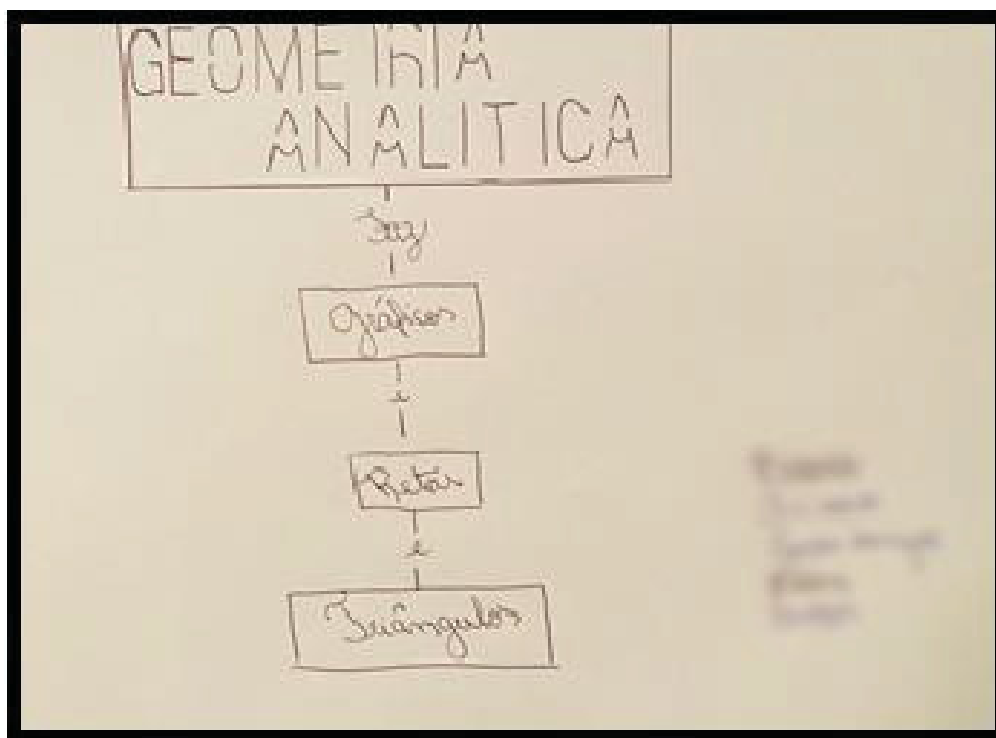
FIGURA 14 – PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 1



FONTE: A autora (2021).

Percebermos no mapa conceitual da segunda equipe, ilustrado na Figura 15, que os estudantes trouxeram poucos conceitos sobre o conteúdo proposto na questão norteadora. Contudo, identificamos que já existia uma estrutura cognitiva prévia, mesmo que os termos presentes ainda não demonstrassem ampla compreensão sobre os conceitos, pois são citados como conteúdos sobre Geometria Analítica apenas: gráficos, retas e triângulos. Essa estrutura prévia é identificada pela proposição formada a partir de palavras de ligação, como explicado por Motta (2012). O autor já mencionava que o uso desses elementos que ligam os conceitos indica uma unidade semântica. Assim, embora de forma bastante discreta, percebemos uma estrutura de conhecimento prévio, a partir das palavras “faz” e “e”.

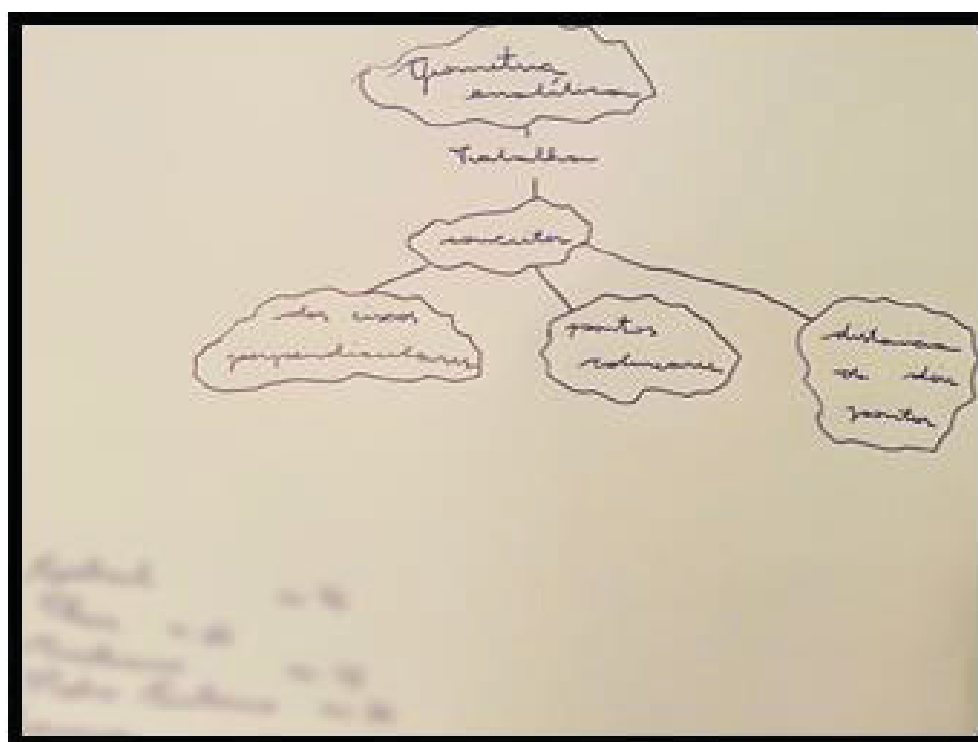
FIGURA 15 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 2



FONTE: A autora (2021).

Na Figura 16, mostramos o primeiro mapa conceitual da terceira equipe. Notamos que os conceitos prévios ainda são limitados. Porém, além de citarem os eixos e os pontos, especificam também a distância entre dois pontos. São indícios de que esses estudantes já conseguiram, nesse primeiro momento, realizar conexões entre conceitos abordados na Geometria Analítica. Portanto podemos perceber a existência desses subsunçores que possibilita que a aprendizagem significativa possa acontecer (MOREIRA, 2014). Destacamos também o uso da palavra de ligação “trabalha” que mostra uma estrutura hierárquica, tal como mencionado por Motta (2012), quando esse autor explica o caráter de organização do conhecimento em uma estrutura conceitual.

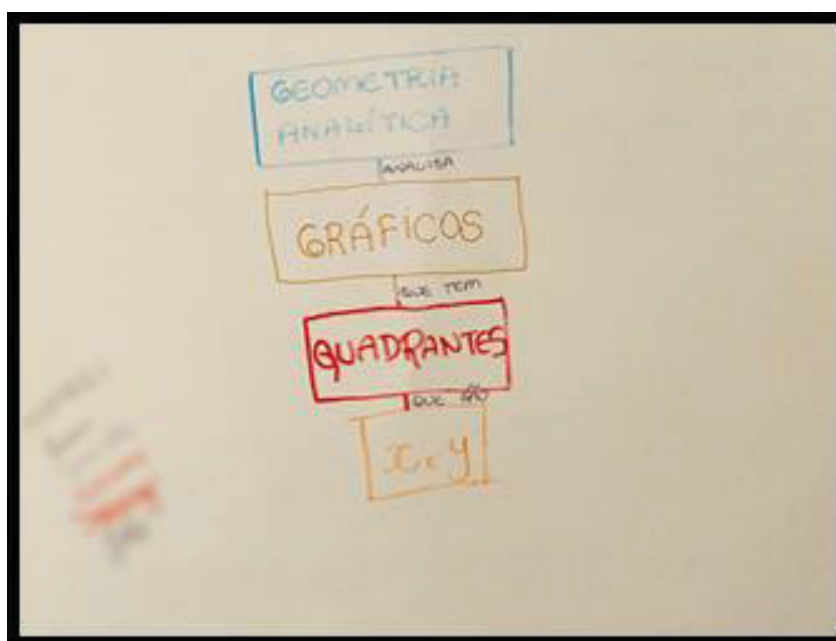
FIGURA 16 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 3



FONTE: A autora (2021).

Na Figura 17, indicamos o mapa conceitual inicial realizado pela equipe 4, no qual os alunos apresentaram poucos conceitos, todos relacionados ao plano cartesiano. Essa equipe, embora tenha focado apenas em uma das abordagens da Geometria Analítica, também já revela um conhecimento hierárquico e fez uso de palavras de ligação, o que possibilitou que usássemos o exposto no mapa como subsunçores desses estudantes.

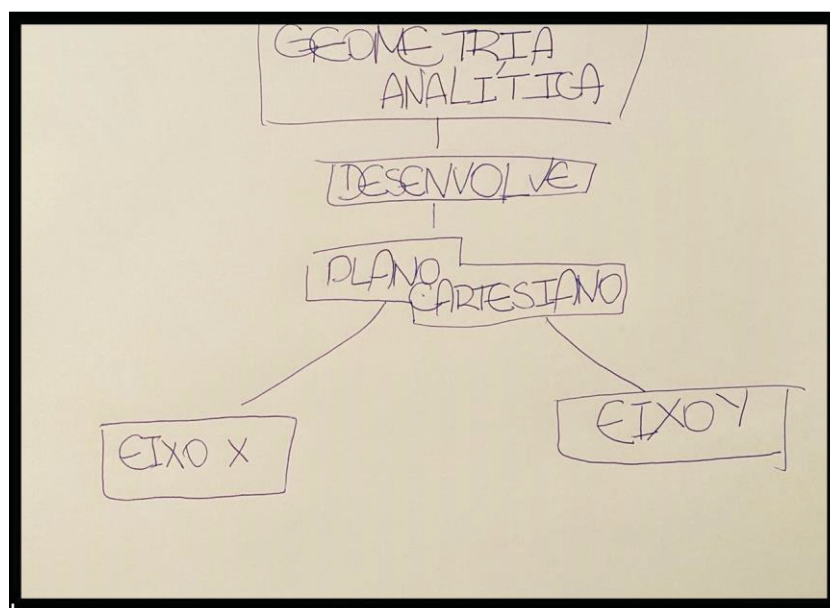
FIGURA 17 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 4



FONTE: A autora (2021).

A equipe 5 também apontou, no primeiro mapa conceitual construído, conhecimento apenas do plano cartesiano, como os eixos x e y. Percebemos que os conteúdos apontados revelam uma visão ainda rasa sobre os conceitos. O mapa conceitual construído pela Equipe 5 está indicado na Figura 18. Observamos que essa equipe utilizou uma possível palavra de ligação (desenvolve) como se fosse um conceito.

FIGURA 18 - PRIMEIRO MAPA CONCEITUAL DA EQUIPE 5



FONTE: A autora (2021).

### 6.3 A PROGRAMAÇÃO DOS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS PELOS ESTUDANTES UTILIZANDO O APP INVENTOR 2

Após o desenvolvimento dos primeiros mapas conceituais, construídos em equipe, seguindo a organização do trabalho, os estudantes iniciaram a programação dos aplicativos, cada equipe com o seu tema, já pré-determinado.

O aplicativo desenvolvido pela Equipe 1 foi nomeado “Tanto faz”. Logo que os alunos iniciaram o projeto, colocaram esse nome com a intenção de alterar mais tarde. Porém, depois de tudo pronto perceberam que não há possibilidade de alteração de nome dos aplicativos no App Inventor 2.

Esse aplicativo foi desenvolvido a partir do tema “Coeficiente Angular da Reta”. Contém quatro telas, a primeira apresenta o aplicativo com uma imagem que remete a cálculos, e um botão de início, logo na segunda tela existe uma explicação do que é o coeficiente angular. Clicando em continuar o aluno segue para um exemplo do coeficiente angular no plano cartesiano ortogonal. Na sequência, na última tela o aluno pode incluir as coordenadas cartesianas dos pontos para que o cálculo seja realizado.

Na Figura 19 apresentamos o layout das duas primeiras telas do aplicativo desenvolvido pela primeira equipe.

FIGURA 19 – TALAS 1 E 2 DO APLICATIVO TANTO FAZ



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=9169f797-d10c-4fe5-ae06-4b833dc7a927> Acesso em: 06 ago. 2021.

Na Figura 20, apresentamos a programação das duas primeiras telas do aplicativo “Tanto Faz”, a construção dos botões “INÍCIO” e “CONTINUAR”.

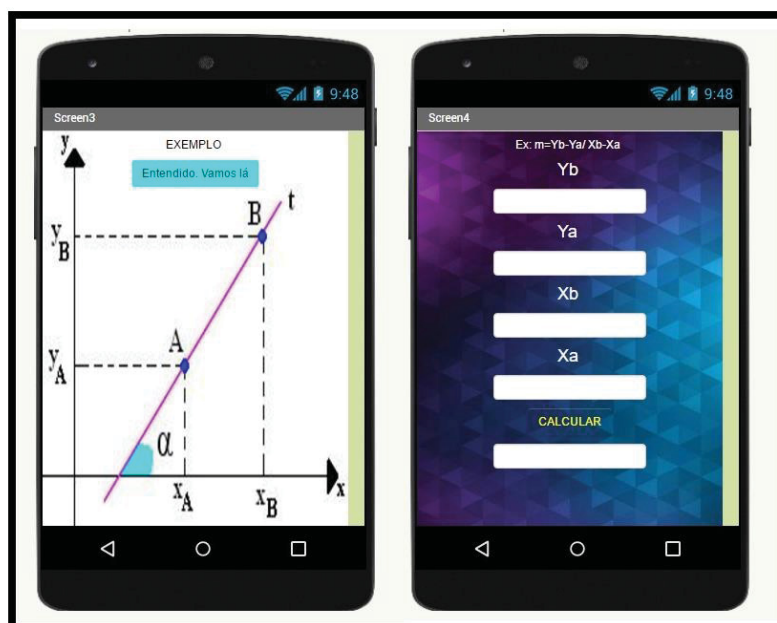
FIGURA 20 - PROGRAMAÇÃO DAS DUAS PRIMEIRAS TELAS DO APLICATIVO TANTO FAZ



FONTE: A autora (2021).

Na Figura 21, apresentamos as telas 3 e 4 do aplicativo “Tanto Faz”, nas quais além de um plano cartesiano que exemplifica o coeficiente angular, é possível incluir as coordenadas dos pontos para que seja calculado o coeficiente angular da reta que passa por aqueles dois pontos.

FIGURA 21 - TELAS 3 E 4 DO APLICATIVO TANTO FAZ

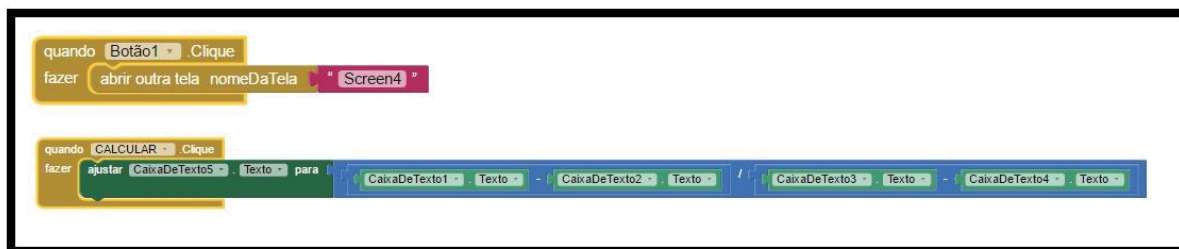


FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=9169f797-d10c-4fe5-ae06-4b833dc7a927> Acesso em: 06 ago. 2021.

Os alunos desenvolveram através dos blocos, na programação, a relação que calcula o coeficiente angular da reta, como nos mostra a Figura 22. Percebemos que o estudante precisa informar para o computador o que é necessário ser feito, e logo percebe, ao testar o aplicativo, se a sua ideia inicial resolveu a questão proposta inicialmente (CURCI, 2017). Esse processo também vem ao encontro da teoria construcionista de aprendizagem (PAPERT, 1993), por meio do uso do computador. Na programação, os estudantes não são meros sujeitos passivos diante do recurso digital. Ao contrário, a partir do ciclo de descrever a programação e testar o aplicativo em seus *smartphones*, eles experimentam a nova possibilidade de uso de tecnologias digitais, tal como descrita por Valente (1993), quando ele sugere que o estudante desenvolva criações no computador.

FIGURA 22 – PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 3 E 4 DO APLICATIVO TANTO FAZ



FONTE: A autora (2021).

A Equipe 1, quando iniciou sua programação se preocupou com a aprendizagem acerca do funcionamento do App Inventor 2, buscando explorar o software e buscar dicas na internet. Contudo, a preocupação da equipe se alterou quando precisou programar o botão CALCULAR do aplicativo. Para construção da fórmula, a equipe discutiu sobre o conceito de coeficiente angular e de coordenadas. Esse movimento de discussão e compreensão revela indícios da aprendizagem significativa. É importante destacar que no desenvolvimento do primeiro mapa conceitual, a Equipe 1 havia apenas mencionado os termos ponto, eixos, matrizes e distância. Na programação, contudo, notamos que os estudantes precisaram recorrer à fórmula de coeficiente angular. Nesse sentido, o subsunçor “ponto” se ampliou para se tornar coordenadas que geram uma razão.

A Equipe 2 desenvolveu um aplicativo chamado “Barycenter”, sobre baricentro do triângulo, no qual foram desenvolvidas três telas. Neste aplicativo a fonte ficou pequena, apesar das informações estarem bem distribuída em cada tela. Na primeira tela o aluno tem as opções “Sobre o Baricentro” e “Calcular Baricentro”.

Se o aluno escolher a primeira opção aparece a tela explicando o conceito de baricentro do triângulo, caso escolha a segunda opção a tela seguinte terá os espaços para incluir as coordenadas cartesianas para que o cálculo seja realizado. Tanto na tela que aparece o conceito quanto na tela para realizar o cálculo existe a opção “voltar” para a tela inicial.

Nas Figuras 23 e 24 apresentamos as telas do aplicativo desenvolvido, as quais, com exceção da primeira tela não tem uma sequência determinada, pois depende da escolha do aluno que estiver explorando o aplicativo.

FIGURA 23 - TELAS 1 E 2 DO APLICATIVO BARYCENTER



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=4a5b1b99-0046-45b1-9ed1-fb9f9862b752> Acesso em 06 ago. 2021.

FIGURA 24 - TELA 3 DO APLICATIVO BARYCENTER



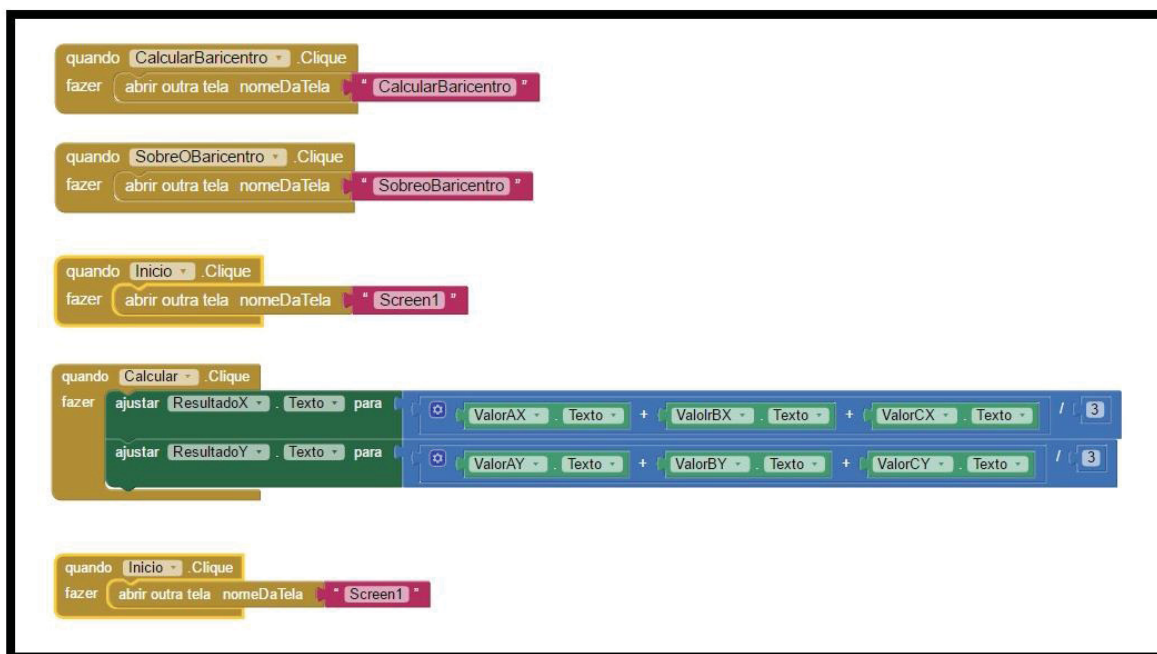
FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=4a5b1b99-0046-45b1-9ed1-fb9f9862b752> Acesso em 06 ago. 2021.

Destacamos nesse aplicativo, além do desenvolvimento do conteúdo, a não obrigatoriedade de que o usuário siga uma determinada linearidade em seu uso. Caso ele deseje, por exemplo, apenas ter acesso a explicações sobre o conceito, basta que ele clique na opção correlatada. É possível, também, que o usuário deseje apenas utilizar os comandos relacionados a cálculos, sem leitura do material teórico. Essa disposição sugere mobilidade ao usuário, característica mencionada por Ferreira e Matos (2015) como peculiar da juventude contemporânea.

Na Figura 25, apresentamos a programação das telas do aplicativo “Barycenter”.

FIGURA 25 - PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 1, 2 E 3 DO APLICATIVO BARYCENTER



FONTE: A autora (2021).

Segundo Moreira e Masini (2009), a aprendizagem está relacionada com a habilidade de organização das informações que deve ser desenvolvida. Dessa forma, percebemos nesse aplicativo as habilidades dos estudantes de construir e organizarem suas ideias e prepararem um aplicativo para seus pares. Tal organização nos sugere a viabilidade de aprendizagem a partir do uso do App Inventor 2.

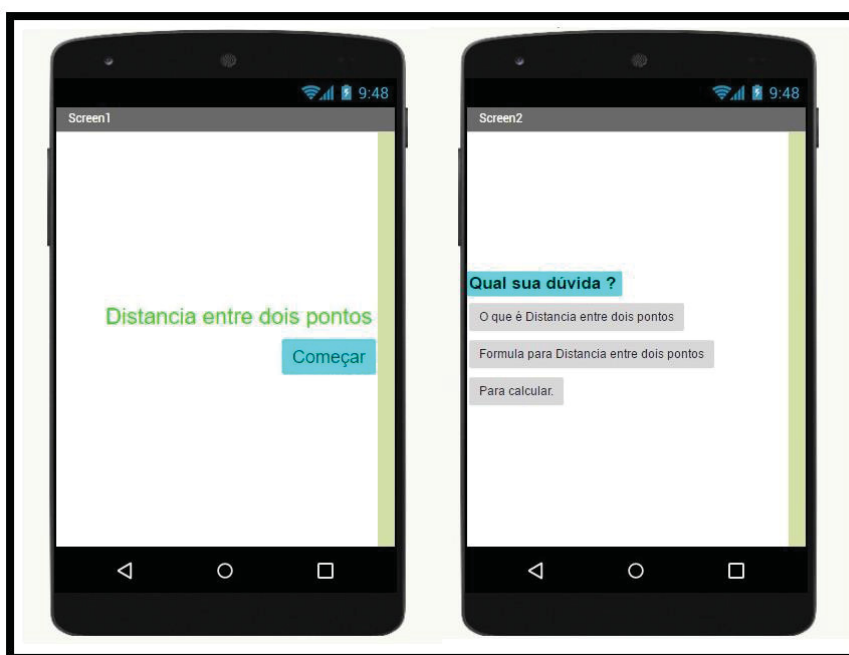
Com relação à programação, os estudantes precisaram programar o botão CALCULAR, a partir da fórmula de baricentro. A equipe mencionou durante o desenvolvimento que não se recordava o que o resultado da fórmula representava

na figura do triângulo. Nessa ocasião, eles buscaram imagens na internet que representassem o baricentro, além de consultarem seus materiais pessoais. Percebemos nessa ação que a organização das informações mencionada por Moreira e Masini (2019) não se limitou à compreensão da fórmula, mas também da sua significação.

A terceira equipe desenvolveu um aplicativo sobre distância entre dois pontos no plano cartesiano ortogonal. A equipe nomeou o aplicativo de “Trabalho\_Matemática”, esta equipe também tentou alterar o nome posteriormente, mas não foi possível.

Este aplicativo tem cinco telas, a primeira tela contém apenas o botão “Início”, na segunda tela o aluno tem as opções: “O que é a Distância entre dois pontos”, “Fórmula para distância entre dois pontos” e “Para calcular”, estas duas telas iniciais estão ilustradas na Figura 26.

FIGURA 26 - TELA 1 E 2 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b80c3dab-a214-4a18-a28d-d3b78b7fe414> Acesso em: 06 ago. 2021.

Se o estudante escolher a opção “O que é distância entre dois pontos” ele é direcionado para uma tela que consta apenas o conceito, conforme a Figura 27.

FIGURA 27 - TELA 3 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA

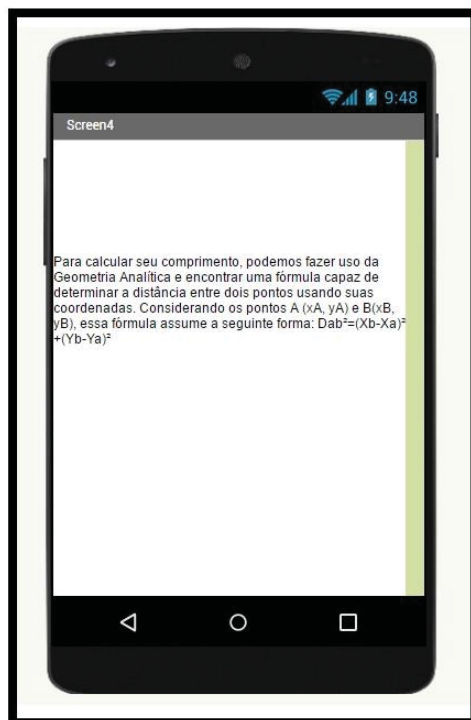


FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b80c3dab-a214-4a18-a28d-d3b78b7fe414> Acesso em: 06 ago. 2021.

Escolhendo a opção “Fórmula para distância entre dois pontos” o estudante é direcionado para a tela sem nenhum cálculo, apenas com a informação que é possível uma definição de uma fórmula para esse cálculo e a apresentação da mesma, sem demonstrações, como acompanhamos na Figura 28.

FIGURA 28 - TELA 4 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b80c3dab-a214-4a18-a28d-d3b78b7fe414> Acesso em: 06 ago. 2021.

A última opção que é possível ser escolhida é “Para calcular”, que se for selecionada o estudante é direcionado para uma tela, na qual é possível inserir as coordenadas de cada um dos pontos para que o cálculo da distância seja realizado, conforme apresentamos na Figura 29.

FIGURA 29 - TELA 5 DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA



FONTE: Disponível em:

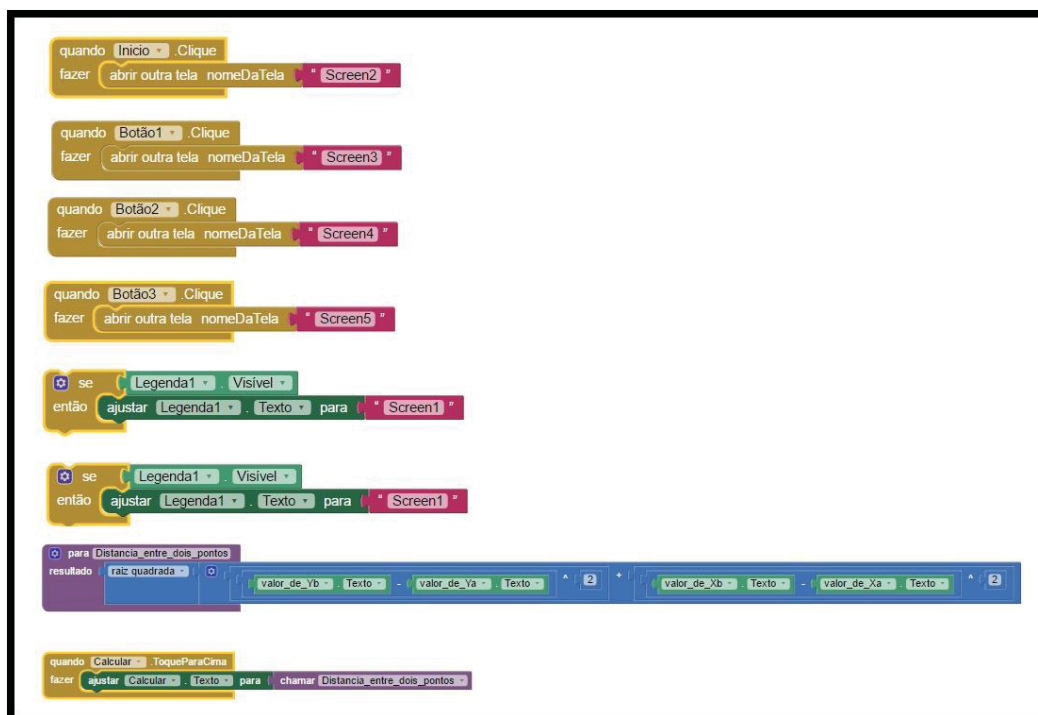
<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b80c3dab-a214-4a18-a28d-d3b78b7fe414> Acesso em: 06 ago. 2021.

Retomamos os termos utilizados no primeiro mapa conceitual produzido pela Equipe 3: eixos, pontos, e distância entre dois pontos. A partir desses elementos que já estavam presentes na estrutura cognitiva dos estudantes (MOTTA, 2012), eles puderam programar um aplicativo para cálculo da distância entre pontos. Assim, percebemos o desenvolvimento da aprendizagem significativa, pois segundo Motta (2008) a aprendizagem significativa acontece quando as novas informações entram em interação com conceitos já definidos na estrutura cognitiva do estudante.

Nesse aplicativo, fica clara a preocupação dos estudantes sobre qual a intenção do usuário na utilização deste aplicativo, apenas uma consulta ou apenas o cálculo, ou ainda a informação que o cálculo referente ao conteúdo. Tal como ocorreu no aplicativo da equipe anterior, o usuário tem flexibilidade para navegar pelo aplicativo.

Na Figura 30 apresentamos a programação das cinco telas do aplicativo “Trabalho de Matemático”.

FIGURA 30 – PROGRAMAÇÃO DO APLICATIVO TRABALHO DE MATEMÁTICA

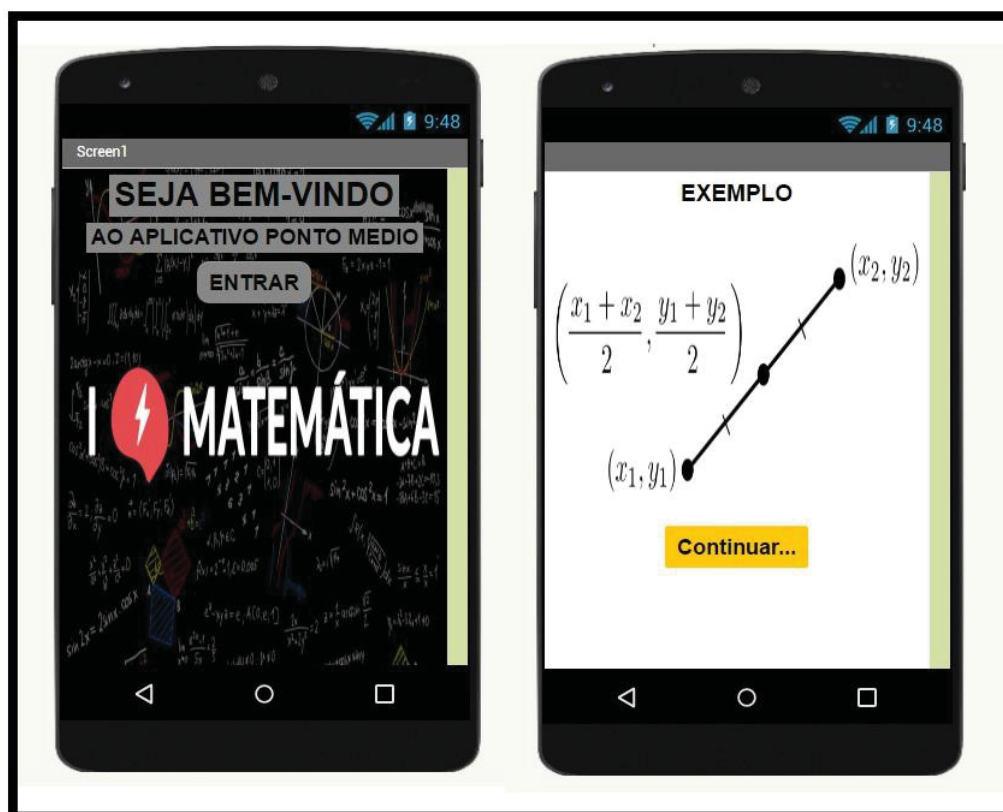


FONTE: A autora (2021).

No aplicativo sobre distância entre dois pontos no plano cartesiano ortogonal, observamos telas sem muito preenchimento e com excesso de texto, o que pode torná-lo pouco atrativo para o estudante. Segundo Motta, Silva e Gadanidis (2015), a quarta fase do uso de TD nos processos de ensino e aprendizagem é marcada pelo dinamismo proporcionado por recursos avançados e modernos. Percebemos assim, que um aplicativo mais conteudista pode não trazer tanto envolvimento para os seus usuários. Apesar da falta de dinamismo, percebemos que todos os conceitos presentes no aplicativo estão corretos e a programação repercutiu na execução satisfatória dos comandos.

O quarto aplicativo aborda o conceito de ponto médio, e a equipe desenvolvedora o nomeou como “PROJETOMUNDIAL”. Na primeira tela existe uma chamada de boas-vindas ao aplicativo, uma imagem que remete à Matemática e o botão “ENTRAR”. Na tela seguinte uma explicação sobre ponto médio e o botão “Continuar”, conforme mostra a Figuras 31.

FIGURA 31 - TELA 1 E 2 DO APLICATIVO PROJETOMUNDIAL



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b1cbd844-4fcc-4066-b752-6f0cc313003a> Acesso em: 06 ago. 2021.

A programação das duas primeiras telas nos mostra a combinação dos blocos, as quais proporcionam a mudança de telas (Ver Figura 32).

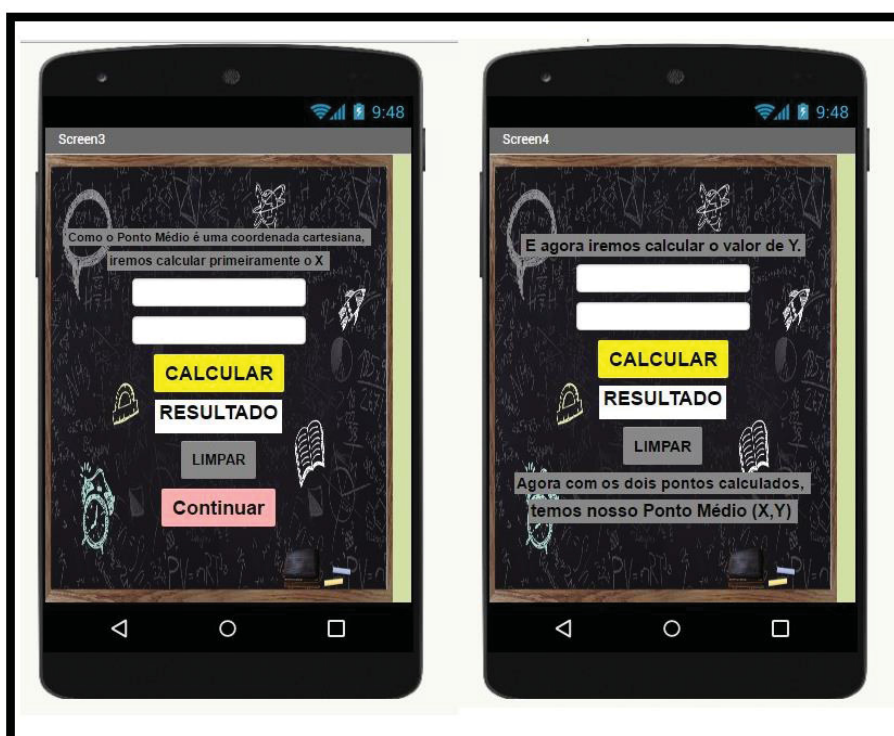
FIGURA 32 – PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 1 E 2 DO APLICATIVO PROJETOMUNDIAL



FONTE: A autora (2021).

Escolhendo o botão continuar, passamos para a terceira tela do aplicativo na qual o estudante faz o cálculo da abscissa do ponto médio, após este cálculo e escolher um novo botão “Continuar”, passa para a quarta e última tela na qual é possível calcular a ordenada do ponto médio, com a opção de retornar ou limpar informações, conforme Figuras 33.

FIGURA 33 - TELA 3 E 4 DO APLICATIVO PROJETOMUNDIAL

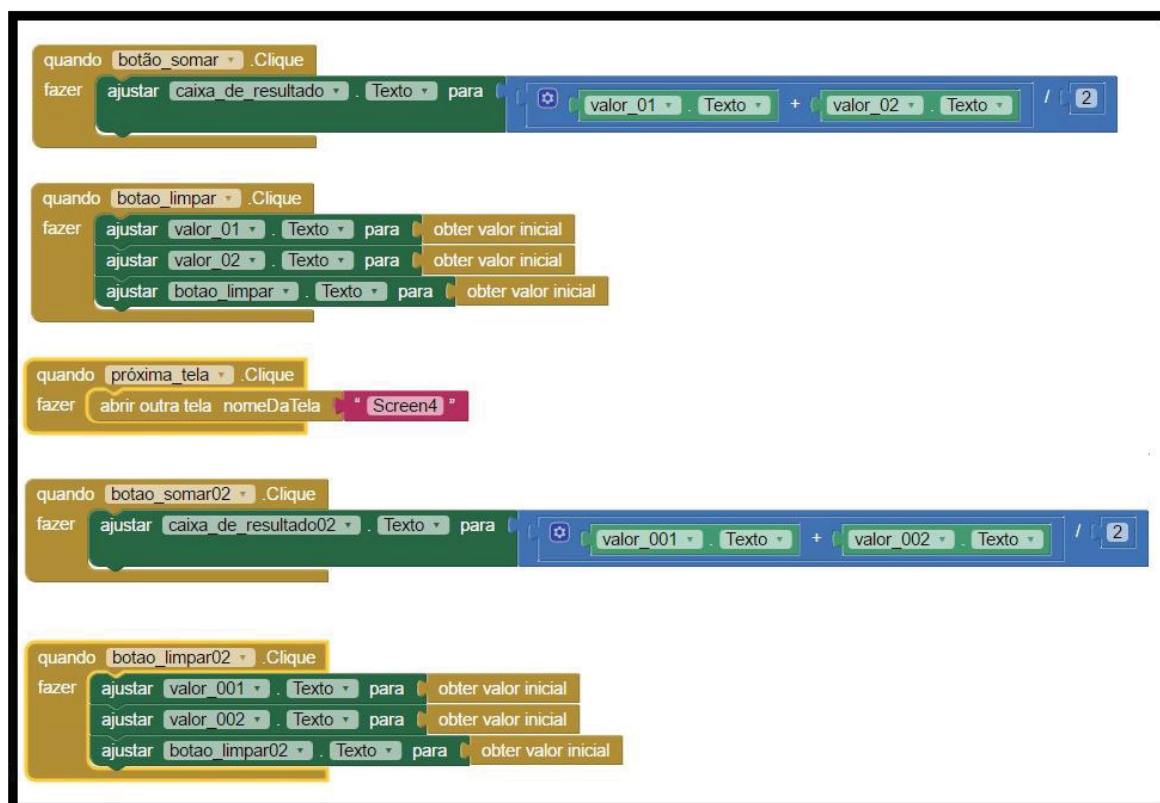


FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=b1cbd844-4fcc-4066-b752-6f0cc313003a> Acesso em: 06 ago. 2021.

A Figura 34 nos apresenta a combinação dos blocos do software App Inventor 2, que compõe a programação das telas 3 e 4 do aplicativo “Projetomundial”.

FIGURA 34 - PROGRAMAÇÃO DAS TELAS 3 E 4 DO APLICATIVO PROJETOMUNDIAL



FONTE: A autora (2021).

No aplicativo “Projetomundial” não foi possível concentrar o cálculo das coordenadas x e y do ponto médio em apenas uma tela, porém com o conceito do que é ponto médio antes do cálculo das coordenadas fica claro para o usuário do aplicativo que existem duas coordenadas, além da frase informando sobre quais coordenadas devem ser incluídas em cada tela.

Para Moreira e Masini (2009) o estudante, a partir da aprendizagem significativa, manifesta uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitraria a sua estrutura cognitiva. O novo material, nesse caso, foi vivenciado pelos estudantes da equipe para que pudessem desenvolver uma programação que calculasse o ponto médio. Destacamos que a Equipe 4, responsável por este aplicativo, demonstrou conhecimentos prévios sobre o plano

cartesiano em seu mapa conceitual inicial. Assim, realizar programações possibilitou a incorporação de novos conceitos aos subsunçores dos estudantes.

O último aplicativo desenvolvido foi o “QUIZGEOMETRIA”, um quiz realizado sobre Geometria Analítica. É composto por 6 telas, sendo a última de despedida, parabenizando o estudante por ter chegado até ao fim da experiência. Na primeira tela o estudante tem as opções “Início” ou “Sair”, nas telas que seguem após a escolha para iniciar, temos algumas questões sobre Geometria Analítica, em cada uma delas o usuário deste aplicativo escolhe uma das opções das alternativas como resposta, caso erre existe a possibilidade de retomar e iniciar novamente. Caso acerte passa para a próxima tela. Conforme mostra as Figuras 35, 36 e 37.

FIGURA 35 - TALA 1 E 2 DO APLICATIVO QUIZGEOMETRIA



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=26c9c377-b125-4824-8be1-aa36256633a6> Acesso em: 06 ago. 2021.

FIGURA 36 - TELA 3 E 4 D APLICATIVO QUIZGEOMETRIA



FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=26c9c377-b125-4824-8be1-aa36256633a6> Acesso em: 06 ago. 2021.

FIGURA 37 - TELA 5 E 6 DO APLICATIVO QUIZGEOMETRIA

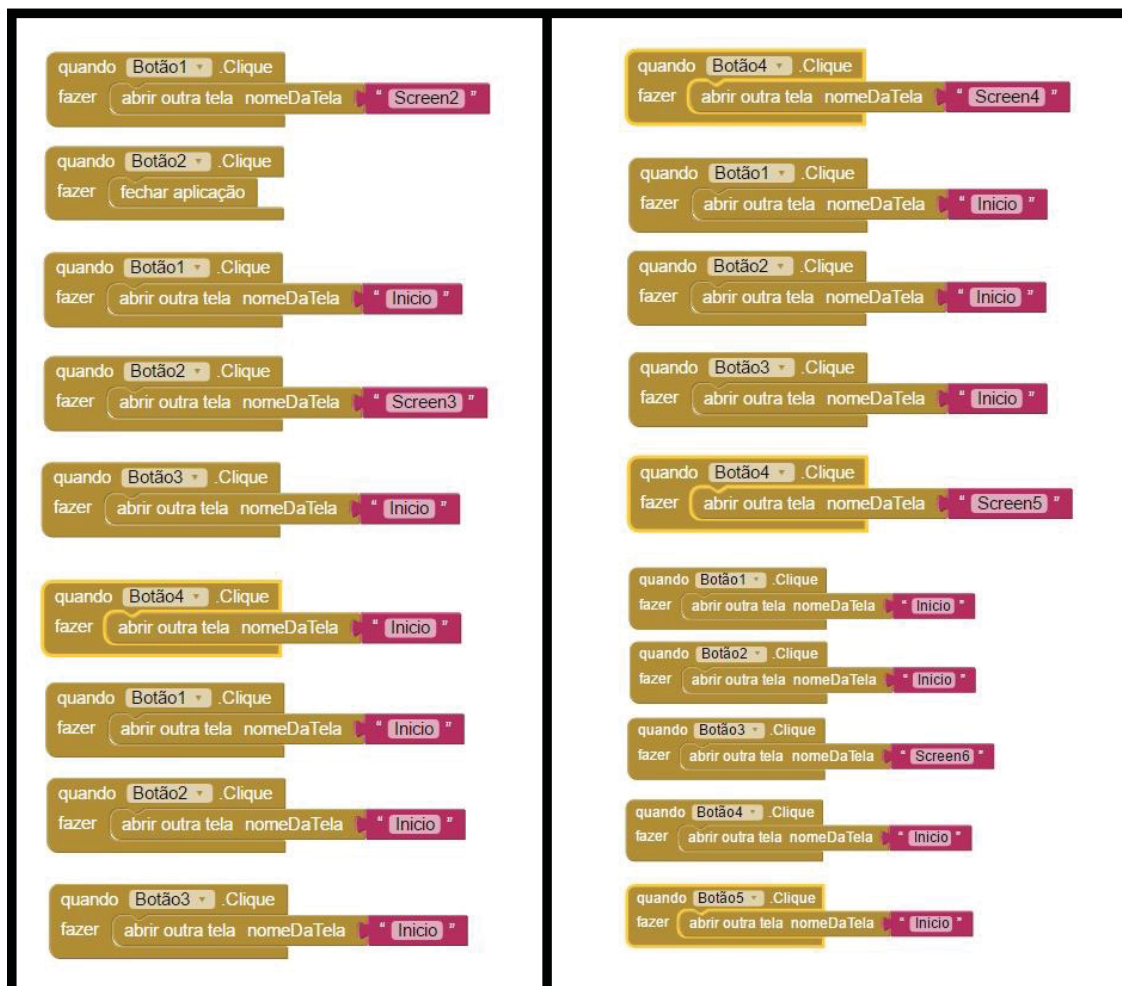


FONTE: Disponível em:

<https://gallery.appinventor.mit.edu/?galleryid=26c9c377-b125-4824-8be1-aa36256633a6> Acesso em: 06 ago. 2021.

Na Figura 38 apresentamos a programação do aplicativo “QUIZGEOMETRIA”.

FIGURA 38 - PROGRAMAÇÃO DAS TELAS DO APLICATIVO QUIZ



FONTE: A autora (2021).

A Equipe 5 precisou buscar novos conceitos, além daqueles demonstrados no mapa conceitual inicial, quando os estudantes apenas mencionaram o plano cartesiano. A programação no App Inventor possibilitou a construção de novas estruturas cognitivas, o que, segundo Motta (2012) podem repercutir em aprendizagem significativa.

Ressaltamos que a programação dos aplicativos foi desenvolvida praticamente em sua totalidade pelos alunos, com pouquíssima interferência da professora pesquisadora.

Para Ausubel (1968), a aprendizagem significativa acontece quando o estudante se apropria do novo conhecimento de forma efetiva, clara, com significado

para ele. Na mesma perspectiva, Motta (2012) afirma que os novos conhecimentos são apropriados pelos estudantes se estes fizerem sentido para eles. Nesse viés, identificamos que a produção de aplicativos teve significado para os estudantes. Em seus relatos, registrados pela pesquisadora, eles revelam o quão importante era o desenvolvimento da programação, e o compartilhamento dos aplicativos com seus pares. A possibilidade de visualizar as consequências da programação fazia com que o conteúdo fizesse sentido para as equipes. Portanto percebemos qualitativamente indícios de aprendizagem significativa de conceitos pelos estudantes, ao longo do processo investigativo.

No decorrer da pesquisa foi possível identificar algumas contribuições dos aplicativos para o aprendizado do conteúdo de Geometria Analítica. Destacamos que os estudantes não apresentaram receio ao trabalhar com os *smartphones* nas aulas de Matemática. Eles se mostraram motivados e buscaram auxiliar uns aos outros desde o início do desenvolvimento do trabalho proposto, o que demonstra que a utilização desta ferramenta já propicia uma postura positiva dos estudantes frente ao trabalho colaborativo (ROMANELLO, 2016).

Os alunos conversaram sobre as questões que o aplicativo trazia, não só entre os integrantes da equipe, com os outros grupos trocavam experiências e informações. Isto nos fez perceber que o trabalho com os *smartphones*, mesmo sem a interferência da professora pesquisadora, promoveu uma interação entre os estudantes. Uma das potencialidades de desenvolver atividades, utilizando esta ferramenta, é a de “proporcionar a interação aluno-professor e aluno-aluno no momento de discussão das atividades” (ROMANELLO, 2016, p. 123).

Nos momentos que alguns alunos não tinham internet disponível em seus *smartphones*, ou que não estavam com seus aparelhos, os colegas compartilhavam com os outros os *smartphones*. Isto mostra o que foi pontuado por Kalinke e Balbino (2016), um ambiente que permite interação e interatividade proporciona um sentimento maior de integração aos estudantes. Lembrando que a interação e a interatividade foram promovidas pelo uso do *smartphone*, uma TD que hoje já é considerada como um prolongamento do corpo das pessoas (CURCI, 2017).

Em alguns momentos específicos do desenvolvimento do trabalho os alunos necessitaram de mediação para lembrar alguns conceitos ou fórmulas, assim como cálculos. Isto envolveu um processo de depuração que, segundo Maltempo (2005), inicia-se a partir do “erro”. A depuração, que faz parte do processo de

aprendizagem por meio da teoria Construcionista, proporcionou aos alunos a utilização de novas estratégias até chegarem a uma solução satisfatória para o desenvolvimento dos aplicativos.

Também ressaltamos que o processo de depuração nos aplicativos se aproxima das indicações de Ausubel (1968) acerca da Aprendizagem Significativa. Para ele, ela acontece de forma progressiva e através de constante interação. Esse processo progressivo e interativo ocorreu na programação dos aplicativos. A cada nova tentativa, os estudantes precisavam utilizar conceitos que já conheciam e se apropriar de novos, a partir da busca na internet, leitura de suas anotações no caderno, e mesmo consulta entre colegas.

Ressaltamos que a interpretação de problemas matemáticos também é importante para a construção do conhecimento do estudante, neste caso específico, devido ao trabalho em equipes, foi bastante relevante, pois a troca entre os alunos proporcionou momentos de depuração em relação ao desenvolvimento dos aplicativos, incentivando a socialização em que tanto erros quanto acertos são importantes e necessários para o desenvolvimento da aprendizagem.

A interação que ocorreu durante o desenvolvimento dos aplicativos entre as equipes também proporcionou o resgate de subsunçores presentes em suas estruturas cognitivas. Desta forma percebemos a importância do trabalho colaborativo e do processo de interação entre os estudantes dentro de uma perspectiva de abordagem metodológica a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Também destacamos que o processo de programação se enquadrou nas condições especificadas por Ausubel (1968) para a ocorrência da Aprendizagem Significativa: o significado para o estudante e a propensão que ele demonstra para o desenvolvimento. Desse modo, ao invés de uma aprendizagem mecânica, a programação possibilitou novas possibilidades de resgate de conhecimentos e aquisição de novos.

Verificamos que a mediação da professora pesquisadora, os momentos de interação e de interatividade promovidos pelos *smartphones*, as depurações desenvolvidas no processo de realização das atividades e os subsunçores, que serviram de alicerce para a significação de novos conceitos, nos mostram que a programação dos aplicativos pelos estudantes proporcionou a eles uma

ressignificação de sua aprendizagem em relação ao conteúdo de Geometria Analítica.

#### 6.4 A LISTA DE EXERCÍCIOS

Os mapas conceituais analisados nos mostram qualitativamente indícios de aprendizagem significativa de conceitos pelos estudantes, ao longo do processo investigativo. A participação ativa dos estudantes na construção dos aplicativos nos revelou as possibilidades de inserção do *smartphone* na sala de aula e o papel colaborativo que o App Inventor 2 possibilita. Contudo, também distribuímos aos estudantes atividades sobre o conteúdo, que nos mostraram ampliação na aprendizagem do conteúdo de Geometria Analítica.

Como os estudantes estão acostumados com esse tipo de abordagem, foi interessante observar como eles não demonstraram dificuldades em compreender a proposta, como na construção dos mapas conceituais. Ressaltamos, contudo, que consideramos que isso é um fator que deve nos levar à reflexão, e não à resistência quanto ao uso dos mapas conceituais. Como pontua Moreira (2010), é comum que a escola seja um espaço de aprendizagem mecânica, e não significativa. Por isso, é preciso que os professores e os estudantes se permitam buscar novas estratégias metodológicas no cotidiano da sala de aula.

Para além da reflexão que realizamos sobre o quanto ainda persistimos em adotar as mesmas estratégias em sala de aula, a lista de exercício também contribuiu para corroborar os indícios apontados nos mapas conceituais. Os estudantes realizaram duas vezes a mesma sequência de exercícios (Ver Apêndice C).

Apresentamos no Quadro 3 um comparativo de acertos das questões da lista de exercícios realizada antes da programação dos aplicativos e após o desenvolvimento dos aplicativos.

QUADRO 3 - QUANTIDADE DE ACERTOS NA LISTA DE EXERCÍCIOS

| Quantidade de acertos | Número de estudantes antes da atividade de programação de aplicativos | Número de estudantes depois da atividade de programação de aplicativos |
|-----------------------|---|--|
| 0                     | 3   | 0  |
| 1                     | 5   | 2  |
| 2                     | 7   | 3  |
| 3                     | 7   | 5  |
| 4                     | 3   | 15   |

FONTE: A autora (2021).

Observando o Quadro 3, notamos que no início da investigação, apenas três estudantes responderam corretamente às quatro questões da lista de exercício. Esse número aumentou consideravelmente após a atividade de programação de aplicativos. Por outro lado, também observamos redução no número de estudantes que mostraram baixo desempenho, acertando até 50% das questões. No início do processo investigativo, 15 estudantes acertaram duas, uma ou nenhuma questão. Ao final da pesquisa, apenas cinco estudantes estavam nessa condição.

A lista era composta por quatro questões objetivas que versavam sobre o conceito de ponto médio, distância entre pontos, baricentro e sobre o objeto de estudos da Geometria Analítica (Ver Apêndice). De forma a relacionar os acertos expressos na lista com os mapas conceituais, embora os estudantes tenham realizado os exercícios de forma individual, procuramos também analisar os grupos que compuseram as equipes formadas. Nesse aspecto, destacamos que todos os integrantes das equipes acertaram à questão referente ao tema do aplicativo desenvolvido, na segunda realização da lista de exercícios.

Observamos que todos os estudantes demonstraram um desempenho melhor na realização da lista, depois da programação dos aplicativos. Também percebemos que durante a realização da segunda lista de exercícios, alguns dos estudantes comentavam que sabiam a resposta porque estava em uma parte específica do aplicativo desenvolvido. Assim, a própria atividade possibilitou a retomada dos novos subçunsores que eles desenvolveram durante a programação e pode ter promovido Aprendizagem Significativa.

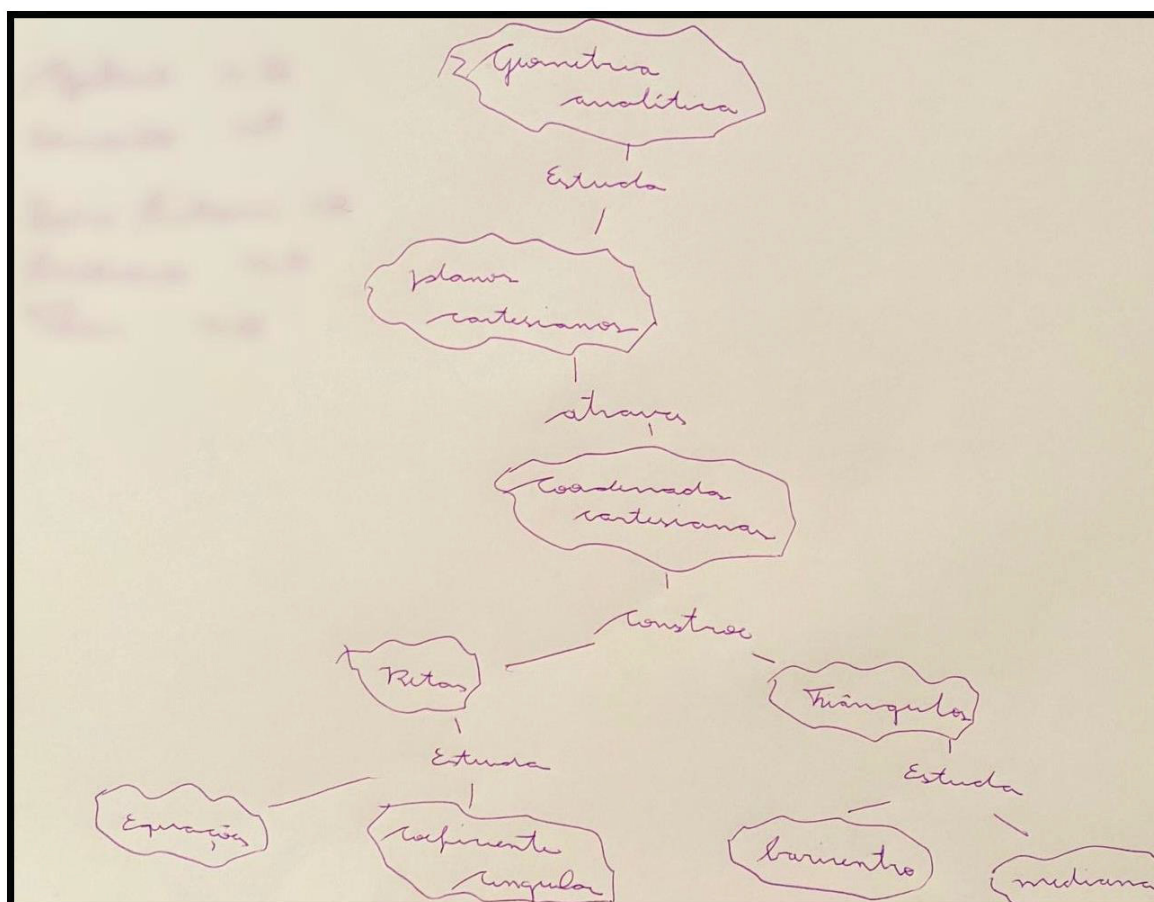
## 6.5 OS MAPAS CONCEITUAIS FINAIS

Depois da realização de todo o processo, os estudantes foram convidados a elaborar um novo mapa conceitual. A mesma questão norteadora foi proposta às equipes. Os estudantes novamente demonstraram dificuldade para construir os mapas conceituais. Nesse momento, eles chegaram a mencionar oralmente o que sabiam do conteúdo, mas que não sabiam como produzir esses conceitos em forma de mapa. Notamos, nesse contexto, que a falta de acesso a variadas propostas metodológicas acabou se tornando um dificultador do uso dos mapas conceituais. Mesmo assim, os mapas produzidos no segundo momento, sugerem que ocorreu aprendizagem significativa. Como pontua Moreira (2012), os mapas não devem ser vistos de forma objetiva, como se fossem testes de múltipla escolha. Segundo o autor, o olhar sobre os mapas deve ser qualitativo, na busca de evidências de aprendizagem significativa. Portanto, não avaliamos os mapas conceituais com critérios específicos, classificando-os como corretos ou incorretos. Por outro lado, buscamos por termos, elementos e preposições que pudessem mostrar avanços nas compreensões dos estudantes quanto à Geometria Analítica.

Nesse sentido, notamos que os estudantes conseguiram estabelecer conexões entre o conhecimento que já possuíam e novos conhecimentos, o que fica evidenciado na ampliação de conceitos indicados nos mapas realizados no segundo momento. Assim, os indícios de ocorrência de aprendizagem significativa identificados na programação dos aplicativos ficaram evidenciados nos novos mapas construídos.

O primeiro mapa construído pela Equipe 1 mencionava os termos “pontos”, “eixos  $x$  e  $y$ ”, “matriz” e “distância”. Além do número reduzido de conceitos, notamos que a utilização de determinantes para alguns cálculos na Geometria Analítica repercutiu no entendimento de que matrizes era um conceito da área. Já no segundo mapa elaborado, posteriormente à programação do aplicativo, os estudantes mencionaram “planos cartesianos”, “coordenadas cartesianas”, “retas”, “triângulos”, “equações”, “coeficiente angular”, “baricentro” e “mediana”. Os termos foram organizados de forma hierárquica demonstrando a compreensão sobre os conceitos, conforme mostramos na Figura 39.

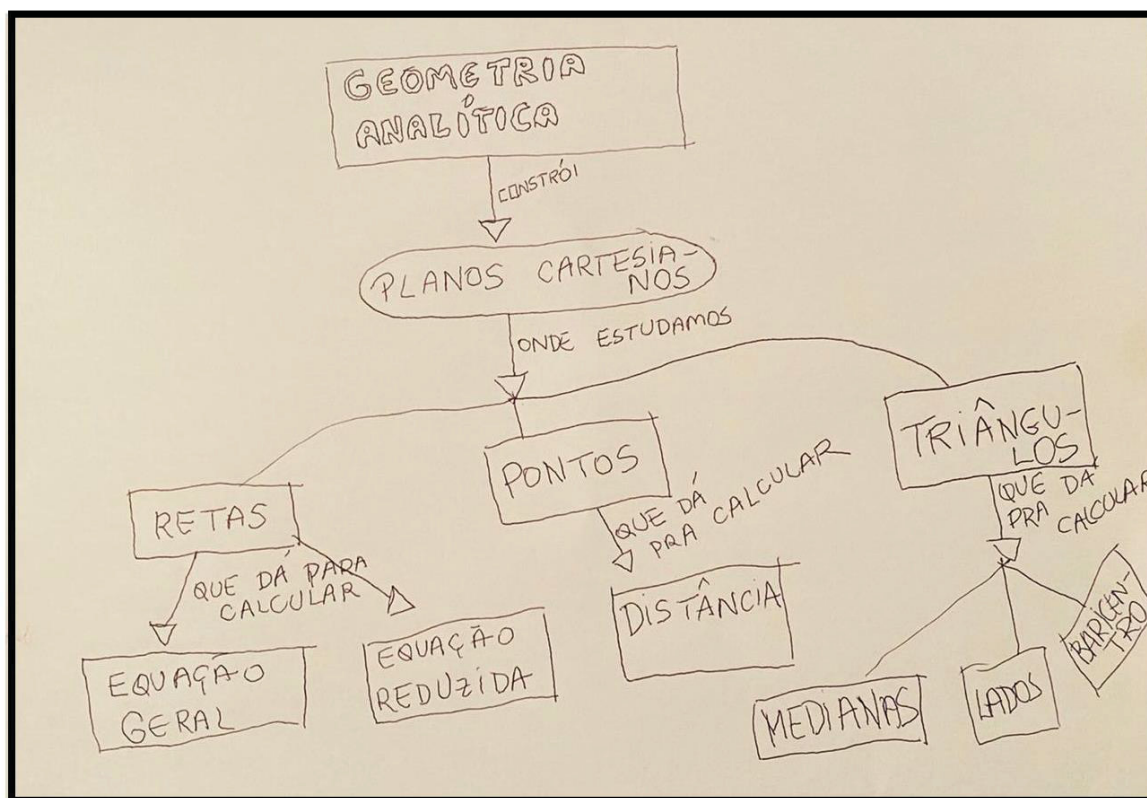
FIGURA 39 - SEGUNDO MAPA CONCEITUAL CONSTRUÍDO PELO GRUPO 1



FONTE: A autora, 2019.

A Equipe 2 havia feito uma mapa conceitual inicial que continha apenas os termos “gráficos”, “retas” e “triângulos”. O segundo mapa construído por esse grupo demonstra uma efetiva ampliação nas estruturas cognitivas dos estudantes. Os termos apresentados foram: “planos cartesianos”, “retas”, “pontos”, “triângulos”, “equação geral”, “equação reduzida”, “distância”, “medianas”, “lados” e “baricentro”. Esse segundo mapa conceitual está ilustrado na Figura 40.

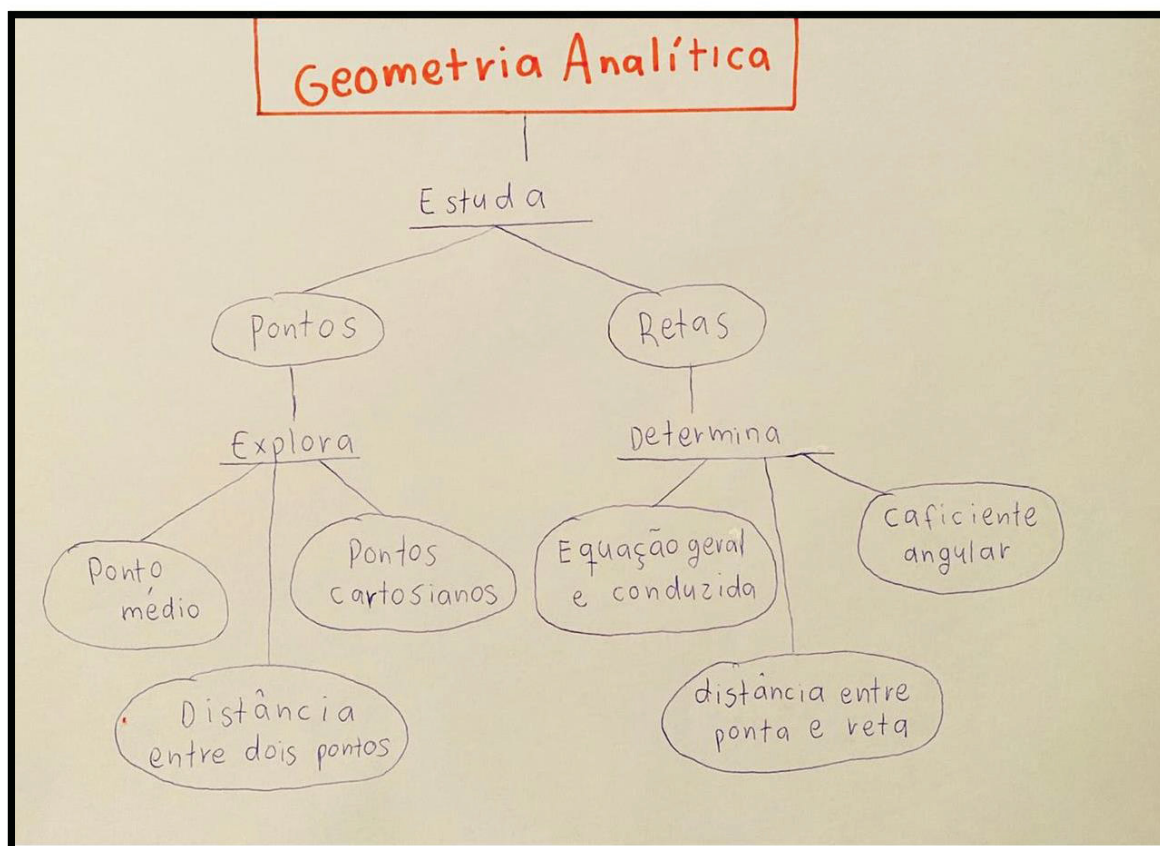
FIGURA 40 - SEGUNDO MAPA CONCEITUAL CONSTRUÍDO PELO GRUPO 2



FONTE: A autora (2019).

A Equipe 3, que em um primeiro mapa havia indicado os termos “eixos perpendiculares”, “pontos colineares” e distância entre dois pontos”, ampliou tanto a quantidade como a qualidade dos termos no segundo mapa. Percebemos que eles organizaram de forma mais apropriada os termos e mencionaram todos os conceitos que foram abordados nos aplicativos desenvolvidos, como mostramos na Figura 41.

FIGURA 41 - SEGUNDO MAPA CONCEITUAL CONSTRUÍDO PELO GRUPO 3



FONTE: A autora (2019).

O mapa inicial da Equipe 4 indicava três termos: “gráficos”, “quadrantes” e “x e y”. O segundo mapa desenvolvido amplia os subsunçores dos estudantes, apresentando uma nova estrutura mais organizada e ampliada, como mostramos na Figura 42.

FIGURA 42 - SEGUNDO MAPA CONCEITUAL CONSTRUÍDO PELO GRUPO 4



FONTE: A autora (2019).

O avanço na construção do mapa também foi identificado na Equipe 5, que primeiramente apresentou os termos “plano cartesiano”, “eixo x” e “eixo y”. O segundo mapa conceitual construído menciona “plano cartesiano”, “ponto”, “reta”, “ponto médio”, “distância” e “ângulo”. Esse mapa está indicado na Figura 43.

FIGURA 43 - SEGUNDO MAPA CONCEITUAL CONSTRUÍDO PELO GRUPO 5



FONTE: A autora (2019).

Percebemos que os mapas estão mais completos e elaborados, com mais informações referente ao conteúdo de Geometria Analítica, visto que Moreira (2012) cita que os Mapas conceituais não pretendem classificar conceitos, porém relacioná-los e hierarquizá-los.

O conteúdo de Geometria Analítica ter sido ministrado no primeiro trimestre e este trabalho ser desenvolvido no terceiro trimestre nos possibilitou desenvolvermos um trabalho a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa, visto que esta aponta que a aprendizagem acontece de forma progressiva e depende dos conhecimentos prévios que os indivíduos já obtiveram, independentemente da maneira a qual foi obtido. Neste viés, Motta (2012, p. 96) comenta:

[...] podemos afirmar que a Aprendizagem Significativa acontece quando novas informações e ideias entram em interação com conceitos definidos que fazem parte da estrutura cognitiva do aluno, que por ele possa ser assimilado, fortalecendo assim sua aprendizagem.

Após a realização dos segundos mapas conceituais os estudantes tiveram a possibilidade de explorar os aplicativos desenvolvidos pelos colegas.

## 6.6 O QUESTIONÁRIO FINAL

Aplicamos um Questionário Final aos estudantes, de forma a identificar os reflexos da participação na pesquisa. Tal questionário era composto por cinco perguntas: (a) O que você achou da experiência de programar um aplicativo nas aulas de Matemática? (b) Você achou que App Inventor 2 é um software fácil de utilizar? Quais dificuldades você encontrou e o que você fez para superá-las? (c) Você achou que aprendeu com essa atividade? O que você aprendeu? (d) O que você achou do seu aplicativo? Faltou alguma coisa? Tem alguma falha? (e) O que você achou dos aplicativos dos colegas?

Compreendemos a importância de também considerar e refletir sobre os impactos da investigação sob o olhar do participante. Por isso, analisamos as respostas para cada uma das questões.

A primeira questão revelou que os estudantes gostaram da experiência de programar. Eles relataram que se divertiram, consideraram o método interessante e puderam aprender programação. Alguns relataram que a atividade de programação é cansativa para quem não tem conhecimento algum sobre o assunto, mas que o aprendizado foi satisfatório. Além disso, muitos relataram que a experiência foi diferente e nova. A Figura 34 mostra uma nuvem de palavras, com os principais termos utilizados pelos estudantes na resposta da primeira questão.

FIGURA 44 - NUVEM DE PALAVRAS



FONTE: A autora (2021).

Percebemos, a partir da nuvem de palavras, que a palavra mais destacada pelos estudantes, ao comentarem sobre a experiência vivenciada, foi “interessante”. Destacamos também os termos “diferente” e “legal” que apareceram nas respostas. Esses termos estão em sintonia com os apontamentos de Venn e Vrakking (2009) e Motta (2012) sobre a inserção das TD no contexto escolar. Para os autores, é fundamental que a escola proporcione atividades que estejam sintonizadas com os interesses dos estudantes e os envolvam a partir de recursos conectados com suas realidades.

Também notamos que a novidade da atividade e o contato com a programação foram desafiantes para a turma, a ponto de alguns considerarem a atividade cansativa. Ressaltamos, que mesmo os estudantes que pontuaram essa característica, relataram que permaneceram motivados, especialmente ao verem o avanço no aprendizado do uso do App Inventor 2.

A segunda questão do Questionário Final propunha que os estudantes avaliassem o software App Inventor, respondendo se era um software de fácil utilização e apontando algumas possíveis dificuldades encontradas. A maioria dos estudantes, 13 deles, considerou que não era fácil programar no App Inventor 2.

Eles relataram que tiveram muitas dificuldades para construir o aplicativo e que precisaram recorrer a muitos tutoriais. Afirmaram que nunca tinham feito nenhuma atividade similar e que foi muito desafiador manipular o software. Seis estudantes consideraram a atividade fácil e responderam que a programação é bastante intuitiva. Por fim, seis estudantes mencionaram que o App Inventor 2 possui média complexidade. Esses relataram que a dificuldade ocorria no início da programação, até que se compreendesse a lógica envolvida.

Analisando as respostas dos estudantes, notamos que embora Oliveira (2016) mencione a facilidade do uso do programa, houve algumas dificuldades dos estudantes no momento da programação. Além das respostas pontuadas no questionário, percebemos, a partir da observação, que alguns estudantes não possuíam um conhecimento tecnológico adequado para explorar o software. Esse fato pode ser justificado pela falta de computador em algumas residências e também pela não exploração de TD por outros professores. Ressaltamos que consideramos relevante estimular o desenvolvimento de habilidades relacionadas à programação para criar, a partir do computador, torne-se comum para os estudantes. Concordamos, assim, com Torres, Aroca e Burlamaqui (2014) que mencionam que o App Inventor 2 pode levar os indivíduos a uma educação computacional.

A terceira questão investigava a aprendizagem do estudante, sob o seu ponto de vista. Todos os estudantes relataram ter aprendido a partir da atividade de programação. Eles relataram que aprenderam conteúdos de Geometria Analítica, mencionando o conceito relacionado ao aplicativo. Também mencionaram que conseguiram compreender melhor o conteúdo previamente abordado em Matemática. Considerando essas respostas, notamos que quando estudantes comentam que compreenderam melhor um determinado conteúdo, eles revelam que já tinham uma compreensão anterior, que foi aprimorada a partir do uso do App Inventor 2. Assim, considerando o conceito de subsunção apresentado por Moreira (2014), percebemos que um conhecimento específico, previamente presente na estrutura cognitiva de cada estudante, permitiu que ele atribuísse significado aos conhecimentos que se deparou a partir da programação no App Inventor 2.

Na quarta questão, os estudantes responderam o que acharam dos aplicativos que eles desenvolveram. A maioria dos estudantes indicou satisfação com o produto construído, explicando que o aplicativo ficou funcional e agradável ao usuário. Cinco estudantes relataram que consideraram o aplicativo muito simples e

que gostariam de ter mais tempo para aprimorarem em conteúdo e layout. Notamos que embora alguns estudantes tenham relatado dificuldade no uso do App Inventor 2, a satisfação de ter conseguido programar acabou prevalecendo no momento de comentar sobre os aplicativos criados.

Vemos, a partir dos relatos, que o software possibilita a criação personalizada, tornando os estudantes ativos no ambiente escolar, valorizando seus projetos, que podem ser compartilhados, tal como recomendava Papert (1993). Segundo o autor, o computador deve ser utilizado como uma máquina de criar, de forma que o usuário encontre meios de aprender a partir dele.

A última questão proposta abordava a percepção do estudante quanto ao aplicativo das outras equipes. Metade dos estudantes fez críticas ao *layout*, forma e abordagem utilizada pelos colegas. A outra parte dos estudantes teceu elogios aos aplicativos testados.

Notamos que a divisão em equipes acabou repercutindo em uma determinada competitividade natural em sala de aula, o que pode justificar a crítica aos colegas. Outro fator possível para as críticas é que no momento de avaliar o aplicativo do colega, os estudantes já haviam passado pelo processo de adaptação e aprendizado referente ao software. Nesse caso, já sabiam que havia outras possibilidades diferente das abordadas pelos colegas.

O Questionário Final, além de relatar o ponto de vista discente, corrobora a interpretação realizada acerca dos mapas conceituais e da lista de exercício, uma vez que os próprios estudantes destacaram que aprenderam a partir do App Inventor 2.

Diante de todos os dados produzidos com a pesquisa, percebemos que a Aprendizagem Significativa aconteceu de maneira efetiva, já que foram os subsunçores dos estudantes aliados à prática da programação que possibilitaram o avanço na aprendizagem de Geometria Analítica.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa descrita nesse trabalho, norteadada pela questão: “A programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2 pode auxiliar os estudantes da 3ª série do Ensino Médio a ressignificarem suas aprendizagens?”, teve como objetivo geral investigar como os estudantes da terceira série do Ensino Médio ressignificavam sua aprendizagem, por meio da programação de aplicativos educacionais móveis, utilizando o software App Inventor 2.

Para atingir tal objetivo, realizamos uma investigação qualitativa, do tipo pesquisa de campo, em uma escola da rede pública do estado do Paraná, com 25 estudantes. Eles foram convidados a programar aplicativos que contemplassem o conteúdo de Geometria Analítica, a partir do software citado. Esses estudantes também elaboraram dois mapas conceituais, um no início do processo de pesquisa e um no final. Eles responderam, ainda, a questionários e a uma lista de exercícios.

Através desta pesquisa, observamos que a atividade de programação de aplicativos pelos próprios estudantes, utilizando o software App Inventor 2, promovendo o uso de *smartphones* nas aulas de matemática foi bem-sucedida, pois os questionários, mapas conceituais e listas de exercícios produzidos após o desenvolvimento dos aplicativos nos mostram a evolução dos estudantes.

Percebemos que a utilização dos *smartphones* no cotidiano dos estudantes é uma realidade, visto que todos os estudantes que participaram da pesquisa possuem um *smartphone*, mesmo esta instituição estando localizada em uma região de periferia. Desta forma concluímos que o sistema educacional, tanto público quanto privado, precisa ter um olhar mais atento às possibilidades de utilização destas ferramentas, e promover mais intensamente o uso desses artefatos. A utilização das TD no contexto de sala de aula, especialmente com o uso de tecnologias móveis, como, *smartphones*, tablets e notebooks devem tornar-se um hábito nos auxiliando muito no processo de construção de conhecimentos matemáticos.

Destacamos que durante a realização da análise dos dados da pesquisa, o mundo vivenciava uma crise sanitária provocada pela pandemia da COVID-19. Nessa ocasião, o uso de TD foi amplamente intensificado pela necessidade de adaptações à nova realidade educacional. Isso aconteceu, por exemplo, com

ocorrência frequente de aulas remotas e utilização de diferentes recursos digitais, para continuidade da oferta de ensino, já que o fechamento das escolas era necessário como medida de enfrentamento à pandemia.

A produção dos dados da pesquisa, contudo, já havia ocorrido em período anterior à pandemia. Na época, os estudantes pesquisados apontam, nos questionários, a tentativa de utilização destes recursos tecnológicos em sala de aula por professores de outras disciplinas, mas ainda de forma muito discreta. Ressaltamos o interesse dos estudantes nessas aulas menos expositivas, mais interativas e com a utilização de TD.

Diante disso, no decorrer da pesquisa percebemos que é possível a construção de aplicativos para *smartphones* a partir do software App Inventor 2, pelos próprios estudantes do Ensino Médio. Optamos em utilizar o App Inventor 2 para propor que os estudantes construíssem aplicativos que abordassem o conteúdo de Geometria Analítica. Desenvolvemos este trabalho de tal maneira que em sala de aula e na sala de informática, utilizando os computadores e os *smartphones*, nos permitiu investigar se esta ação de programar poderia proporcionar que os estudantes ressignificassem suas aprendizagens em relação ao conteúdo abordado.

Por meio da programação de aplicativos pelos estudantes, e a partir da concepção teórica da Aprendizagem Significativa, verificamos que os subsunçores que já estavam presentes nas estruturas cognitivas dos sujeitos foram reorganizados, bem como ocorreram a criação de novos conceitos. Foi possível perceber o que Ausubel (1968) já havia afirmado em relação à Aprendizagem Significativa: ela acontece de forma progressiva e através de constante interação.

A teoria da Aprendizagem Significativa também nos mostra que o ambiente deve ser considerado, assim como a comunicação entre os estudantes que estão construindo conhecimento. Buscando investigar as contribuições da programação de aplicativos matemáticos para *smartphone* utilizando o App Inventor 2, para o ensino de Geometria Analítica, verificamos que a utilização da programação no contexto de sala de aula possibilita a transformação do espaço educacional, através de uma mobilidade efetiva e uma pré-disposição ao aprendizado por parte dos estudantes. É interessante destacarmos que a utilização deste recurso é significativa aos estudantes da atualidade, já que são recursos utilizados por eles em diferentes contextos sociais.

O conteúdo de Geometria Analítica pode ser considerado abstrato para os estudantes. Programar aplicativos e compreender fórmulas e conceitos de forma aprofundada possibilitou, nessa pesquisa, que os estudantes ampliassem suas compreensões sobre ponto médio, coordenadas, planos cartesianos, coeficiente angular, baricentro e distância entre pontos.

Assim, identificamos que conseguimos responder à questão de pesquisa e atingir o objetivo geral da investigação. Concluímos que a programação dos aplicativos no App Inventor 2 auxiliou efetivamente os estudantes da 3ª série do Ensino Médio a ressignificarem suas atividades. Vimos que eles realizaram a conexão entre as estruturas cognitivas já existentes, ao se depararem com uma atividade diferenciada, instigante e desafiadora: a programação de aplicativos. Os estudantes ressignificaram a aprendizagem a partir da interação entre os pares, da consulta aos seus materiais escritos, da procura por tutoriais e conteúdos na internet, da autonomia, e do sentido que atribuíram às atividades.

Uma limitação importante encontrada no desenvolvimento da pesquisa, foi em relação à rede *Wi-fi* que a escola não disponibilizava aos estudantes e, o uso da internet foi importante em vários momentos, embora o software utilizado pode ser manuseado off-line, mas em alguns momentos a internet foi necessária, para a realização do *download* dos aplicativos, por exemplo. Dessa forma a professora pesquisadora, a diretora da escola e alguns alunos que possuíam internet em seus *smartphones* rotearam para todo o grupo.

Outra dificuldade que podemos mencionar é relacionada à construção dos mapas conceituais, algo bastante novo para os estudantes. Eles relataram que sentiam mais facilidade em expressar o que sabiam falando, ou realizando exercícios, do que estruturando conceitos na forma de mapa. Mas mesmo os mapas mais simples demonstraram que ocorreu uma ressignificação dos conteúdos

Mesmo diante dessas dificuldades, os aplicativos desenvolvidos pelos estudantes trouxeram possibilidades de investigação do conteúdo a partir de diferentes contextos, a definição, a aplicação e a contextualização, através da pesquisa. A partir destas diferentes abordagens, o trabalho em equipe, foi necessário e aceito. Os estudantes precisaram, em alguns momentos, buscar auxílio de colegas, da professora para o desenvolvimento dos aplicativos, esta interação entre todos os envolvidos possibilitou que a Aprendizagem Significativa acontecesse.

A utilização das TD em sala de aula, já tão comentada em trabalhos anteriores sobre o tema, nos traz um novo formato às aulas de matemática. O trabalho em equipe fluiu de forma muito satisfatória e natural, da mesma forma que a interação e a criatividade dos estudantes no desenvolvimento dos aplicativos.

Nesse trabalho percebemos esta possibilidade através dos aplicativos programados, dos questionários, mapas conceituais e atividades propostas. Porém é importante destacarmos que a maneira que o professor planeja e conduz a aula a partir do uso destes aparelhos é bastante relevante para a construção da Aprendizagem Significativa.

Salientamos que o uso das TD de forma isolada não proporciona o aprendizado. Desta forma é necessário desenvolvermos aulas, através de um planejamento que atenda as especificidades de cada turma e o contexto educacional específico, assim a utilização das TD pode possibilitar a construção/ressignificação do conhecimento. Assim, trabalhos como este, que desenvolvam as habilidades dos estudantes e que envolvam o uso pedagógico de aparelhos *smartphones* no ambiente escolar podem e devem ser incentivados.

Deixo aqui o registro que após esta experiência reafirmo minha crença e a minha certeza na educação, na escola estadual e na universidade federal. Este trabalho fez reafirmar em minha vida, as palavras “Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda.” (FREIRE, 2000, p. 67). Sou uma professora de escola pública, formada pela escola pública e que viveu e acompanhou de tão perto gerações educando e lecionando em escolas públicas. Faremos a diferença sim, se tivermos coragem e lutarmos pela valorização desse ensino, se soubermos ouvir, valorizar o estudante e a história de cada um deles, e insistir em cada ser humano que estiver em nossas salas de aula, para que o desenvolvimento crítico, o aprendizado e a formação de cidadãos aconteça de forma plena e eficaz.

## REFERENCIAS

- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 13, No 2, 2013.
- AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1968.
- BARBOSA, M. A. Criando aplicativos para dispositivos móveis nas aulas de Matemática. In: Congresso Internacional de Ensino de Matemática, 7., 2017, Canoas. **Anais...** Canoas ULBRA, 2017. p.
- BORBA, M. C.; LACERDA, H. D. G. Políticas Públicas e Tecnologias Digitais: Um celular por estudante. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 17, n.3, 2015.
- BORBA, M. C.; DA SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e Internet em movimento**. 1ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.
- BRITO, G. S., PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias: um repensar**. 2ª ed. Curitiba: Editora InterSaberes, 2015.
- CURCI, A. **O software de programação Scratch na formação inicial do professor de Matemática por meio da criação de objetos de aprendizagem**. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Setor de Educação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina (PR), 2017.
- DUDA, R.; PINHEIRO, N. A. M.; SILVA, S. C. R. A prática construcionista e o pensamento computacional como estratégias para manifestações do pensamento algébrico. **REnCiMa**, v. 10, n.4, p. 39-55, 2019.
- ELIAS, A. P. A. J. **Possibilidades de utilização de smartphones em sala de aula: construindo aplicativos investigativos para o trabalho com Equações do 2º Grau**. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Setor em Educação Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2018. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3897/5/CT%2520PPGFCET\\_M\\_Elias%2520C%2520Ana%2520Paula%2520de%2520Andrade%2520Janz\\_2018.pdf&ved=2ahUKEwjkgMr70dDqAhXKLLkGHThRBcUQFjAAeqQIBxAC&usq=AOvVaw2OMLGztZDonV2QnEYgQ\\_m1](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3897/5/CT%2520PPGFCET_M_Elias%2520C%2520Ana%2520Paula%2520de%2520Andrade%2520Janz_2018.pdf&ved=2ahUKEwjkgMr70dDqAhXKLLkGHThRBcUQFjAAeqQIBxAC&usq=AOvVaw2OMLGztZDonV2QnEYgQ_m1). Acesso em: 1 abr. 2020.
- ELIAS, A. P. A. J.; ROCHA, F. M. S.; MOTTA, M. S. Construção de aplicativos para aulas de Matemática no ensino médio. Congresso internacional de ensino de Matemática, 7. **Anais...** Canoas: Ulbra, 2017.
- FERREIRA, H. M. C. F.; MATTOS, R. A. Jovens e celulares: implicações para a Educação na era da conexão móvel. In: PORTO, C. et al (Org.). **Pesquisa e**

**mobilidade na cibercultura:** itinerâncias docentes. Edufba: Salvador, 2015. p.273-296.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREDERICO, F. T.; GIANOTO, D. E. P. Ensino de ciências e Matemática: utilização da informática e formação de professores. **Zeteliké**. v.22, p. 63-88, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 34.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Notas de Ana Maria Araújo Freire. Prefácio de Leonardo Boff. 12.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. Apresentação de Ana Maria Araújo Freire. Carta-prefácio de Balduino A. Andreola. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 46.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n.2, p. 57-63, 1995.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GPINTEDUC. **Grupo de Pesquisa e Inovação em Tecnologias na Educação**, 2019. Disponível em <https://gpinteduc.wixsite.com/utfpr/pagina-inicial-1>. Acesso em: 14 jul. 2020

KENSKI, V. M. Aprendizagem Mediada Pela Tecnologia. **Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 4, n° 10, p. 47-56, 2003.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. 8ª ed. São Paulo: Papirus, 2011.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência – O futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo. Editora 34. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 2004

LÉVY, P. **O que é virtual?** 2. Ed. São Paulo. Editora 34. Tradução de Paulo Neves. 2011.

LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p. 101-131.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p. 287-307.

MANDAJI, M. *et al.* O Programaê! e a formação de professores para a integração do pensamento computacional ao currículo. In: **CIET: EnPED**, [S.I.], maio 2018.

Disponível em:

<http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/613>>. Acesso em: 18 set. 2019.

MANTOAN, M. O processo de conhecimento: tipos de abstração e tomada de consciência. **NIED-Memo** v.7 n. 7, Campinas, São Paulo, 1991.

MARTINS, H. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. In: **Educação e pesquisa**, São Paulo, v.30, n2, p.289-300, 2004.

MASINI, E.A.F.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora PsicoPedagógica. 2009.

MEREDYK, F. **Formação de professores de Matemática no contexto das tecnologias digitais: desenvolvendo aplicativos educacionais móveis para o ensino utilizando o software de programação App Inventor 2**. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Educação em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/65803>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. v. 1. 1 ed. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 2012.

Disponível em:

[http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe\\_goulart/material\\_de\\_apoio/referencial%20teorico%20-%20artigos/mapas%20conceituais%20e%20aprendizagem%20significativa.pdf](http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_goulart/material_de_apoio/referencial%20teorico%20-%20artigos/mapas%20conceituais%20e%20aprendizagem%20significativa.pdf);

Acesso em: 08 jul. 2020.

MORETTO, V. P. **Construtivismo**: a produção do conhecimento em aula. 5. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

MOTTA, M. S. **Contribuições do Superlogo ao Ensino de Geometria do Sétimo ano da Educação Básica**. 2008. 225 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Setor de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), 2008. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_MottaMS\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_MottaMS_1.pdf). Acesso em: 10 jun. 2020.

MOTTA, M. S. **O Estágio Supervisionado na Formação Inicial do Professor de Matemática no Contexto das Tecnologias Educacionais**. 2012. 354 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Setor de Educação Matemática,

Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2012. Disponível em:  
<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/marcelomotta/publicacoes>. Acesso em: 18 jun., 2020

MOTTA, M. S.; SILVEIRA, I. F. Contribuições do Superlogo ao ensino de geometria. In: **Revista Informática na Educação: teoria e prática**, v.13, n.1, p. 115-127, 2010.

NOGUEIRA, M. O. G; LEAL, D. **Teorias da aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico**. 2ª edição. Curitiba: Intersaberes, 2015.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Teoria y practica de la educación**. 1988.

OLIVEIRA J. P. **O ensino das leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventos 2**. 128 f. Dissertação Mestrado em Ensino de ciências e Matemática) – Setor Educação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2020, Disponível em:  
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4976/2/leisdenewtoninventor2.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ONTORIA, A. P. *et al.* . **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. Tradução: Maria J. Rosado-Nunes e Thiago Gambi. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1977.

PAPERT, S. LOGO: **Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PARANÁ. Poder Executivo. **Lei 18.118 de 24 de junho de 2014**. Diário Oficial Executivo, Paraná, ed. 9233. 82 p., 2014.

PASQUAL JÚNIOR, P. A. **Pensamento computacional e tecnologias: reflexões sobre a educação no século XXI**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2020.

PENÃ, A. O. *et al.* **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

PSZYBYLSKI, R. F. **O uso do software de programação App Inventor 2 na formação inicial de professores de ciências**. 2019. Dissertação (MESTRADO EM Formação Ciência, Educação e Tecnologia) – Setor Educação, Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba (PR), 2019. Disponível em:  
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4622>. Acesso em: 13 jun. 2020.

RESNICK, M. Xylophones, hamsters, and fireworks: the role of diversity in

constructionist activities. In: I. HAREL e S. PAPERT (Eds.) **Constructionism**. New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1991.

RESNICK, M. et. AL. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, p.60–67, Nov. 2009.

ROMANELLO, L. A. **Potencialidades do Uso do Celular na Sala de Aula: atividades investigativas pra o uso de função**. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Setor Educação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP), 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148613>. Acesso em: 13 mar. 2020.

ROCHA F. S. M. **Análise de projetos do Scratch desenvolvidos em um curso de formação de professores**. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Setor Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/59437/R%20-%20D%20-%20FLAVIA%20SUCHECK%20MATEUS%20DA%20ROCHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 13 jan. 2020

RONCA, A. C. C. O modelo de ensino de David Ausubel. In: PENTEADO, W. M. A. (Org). **Psicologia e ensino**. São Paulo: Papelivros, 1980. p. 59-63.

SIMÃO NETO, A. As cinco ondas da informática educacional. Educação em Movimento. **Associação de Educação Católica do Paraná**. Volume I – nº 2 – maio/agosto 2002

SOUTO, D. L. P., BORBA, M. C. Seres humanos-com-internet ou internet-comseres humanos: uma troca de papéis?. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa** -- Relime, v. 19, p. 217-242, 2016.

VALENTE, J.A. **Diferentes usos do computador na educação**. Campinas: Gráfica Central da Unicamp, 1993.

VENN, W.; VRAKING, B.. **Homo Zappiens: estudante na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de: BUENO, D. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZOPPO, B. M. **A contribuição do Scratch como possibilidade de material didático digital de Matemática no ensino fundamental**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Educação Matemática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba (PR), 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/53394>. Acesso em: 15 mai. 2020.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

- 1) Qual a sua idade? \_\_\_\_\_
- 2) Você gosta de Matemática?  
Sim ( ) Não ( )
- 3) Em relação ao seu aprendizado em Matemática, você tem:  
Facilidade ( ) Dificuldade ( )
- 4) Você possui *smartphone*?  
Sim ( ) Não ( )
- 5) Qual o sistema operacional de seu *smartphone*?  
Android ( ) IOS – Phone ( ) Windows Phone ( )
- 6) Você já utilizou o *smartphone*, para fins pedagógicos, em alguma aula na escola?  
Sim ( ) Não ( )
- 7) Gostaria de usar o *smartphone*, para fins pedagógicos, nas aulas de Matemática?  
Sim ( ) Não ( )
- 8) Acredita que o uso do *smartphone* pode auxiliar em seu aprendizado?  
Sim ( ) Não ( )
- 9) Você tem computador em casa?  
Sim ( ) Não ( )
- 10) Já realizou algum tipo de programação no computador?  
Sim ( ) Não ( )

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

O que você achou da experiência de programar um aplicativo nas aulas de Matemática?

---

---

---

---

---

Você achou que App Inventor 2 é um software fácil de utilizar? Quais dificuldades você encontrou e o que você fez para superá-las?

---

---

---

---

---

Você achou que aprendeu com essa atividade? O que você aprendeu?

---

---

---

---

---

O que você achou do seu aplicativo? Faltou alguma coisa? Tem alguma falha?

---

---

---

O que você achou dos aplicativos dos colegas?

---

---

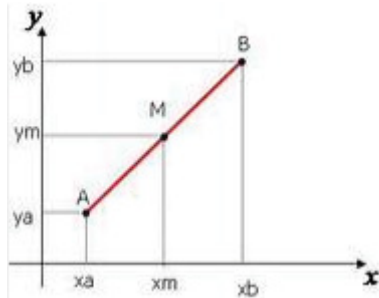
---

---

## APÊNDICE C – LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1) A medida do segmento que contém como extremidades os pontos A e B é:
  - a) A distância entre os pontos A e B.
  - b) O ponto médio entre A e B.
  - c) O coeficiente angular da reta que contém os pontos A e B.
  - d) O determinante da matriz formada pelas coordenadas dos pontos A e B.
  
- 2) Qual o foco principal da Geometria Analítica?
  - a) Construir sólidos geométricos.
  - b) Resolver equações.
  - c) Descrever objetos geométricos utilizando um sistema de coordenadas.
  - d) Fornecer fórmulas para cálculo de área e perímetro.

- 3) Observe a figura abaixo:



Como é chamado o ponto M?

- a) Baricentro
  - b) Ponto médio.
  - c) Mediana.
  - d) Coeficiente angular.
- 4) O que é Baricentro?
    - a) A distância entre dois pontos A e B.
    - b) A condição que garante que dois pontos estão alinhados.
    - c) A inclinação de uma reta.
    - d) A intersecção das medianas de um triângulo.