



**INSTITUTO
FEDERAL**
Maranhão

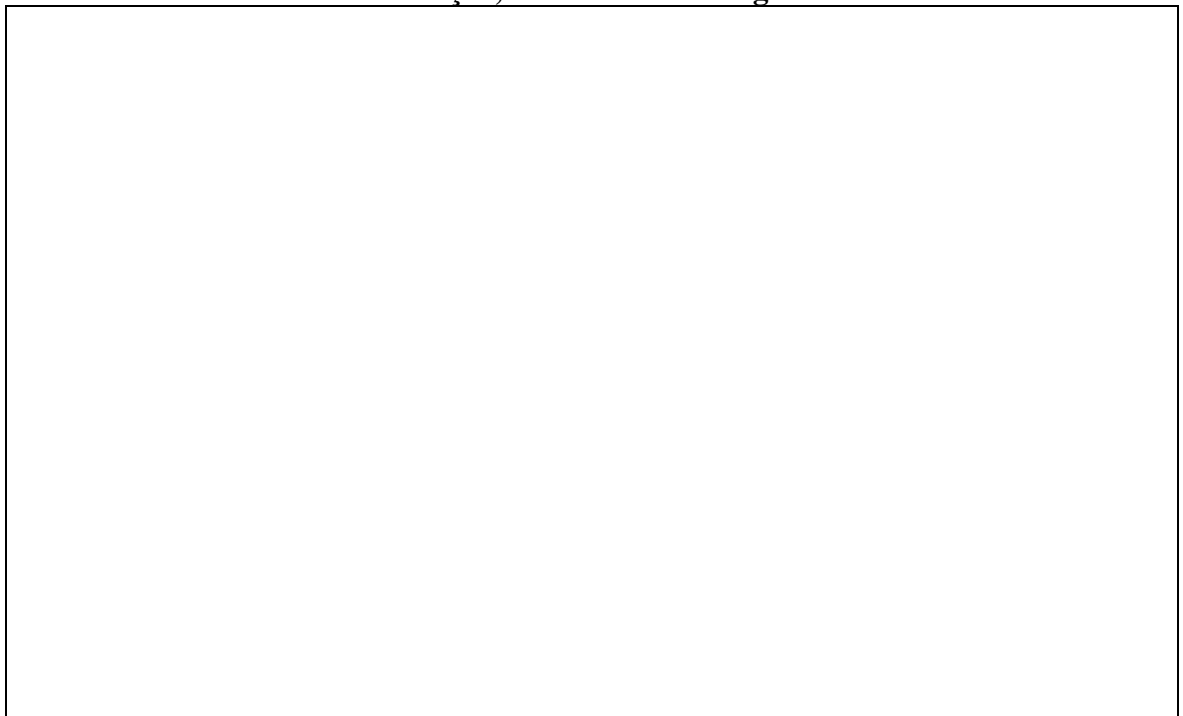
**CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

DAIANE MOURA DOS SANTOS

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: PROGRESSÃO ARITMÉTICA, COM
CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS NA PLATAFORMA DO APP
*INVENTOR 2***

**SÃO JOÃO DOS PATOS - MA
IFMA – 2020**

Catálogo da Publicação na Fonte
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA



Bibliotecário: Sérgio dos Santos Silva - CRB: 13/658

DAIANE MOURA DOS SANTOS

**RESOLUÇÕES DE PROBLEMAS: PROGRESSÃO ARITMÉTICA, COM
CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS NA PLATAFORMA DO APP
*INVENTOR 2***

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

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

**SÃO JOÃO DOS PATOS - MA
IFMA – 2020**

DAIANE MOURA DOS SANTOS

**RESOLUÇÕES DE PROBLEMAS: PROGRESSÃO ARITMÉTICA, COM
CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS NA PLATAFORMA DO APP
*INVENTOR 2***

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

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

Data de Apresentação

____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva (Orientador)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Prof. Me Paulo Roberto de Sousa Gomes

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

Prof. Me. Sandra Maria de Sousa Caminha

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

**SÃO JOÃO DOS PATOS - MA
IFMA – 2020**

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por sempre está me capacitando; a minha família que sempre me apoiou em minhas escolhas, especialmente aos meus pais, ao meu professor orientador Renato Darcio Noleto Silva que proporcionou toda essa busca pelo conhecimento, e a todos os meus colegas de curso que contribuíram para o meu crescimento e aprendizagem.

Usar recursos digitais não é garantia de aprendizagem. A tecnologia é mais uma ferramenta, que precisa do talento do professor, interesse do aluno e o acompanhamento da família!
(ROGÉRIO JOAQUIM, 2011)

AGRADECIMENTO

A Deus pela proteção e escolha dos meus caminhos, pelo dom da vida, por me dar saúde e disposição para enfrentar os desafios da vida e da graduação. Sem sua presença em minha vida, não poderia alcançar jamais meus objetivos.

Aos meus pais, responsáveis pela cidadã que me tornei, por terem me oferecido uma base sólida. Criaram-me com muito esforço e me ensinaram a ser uma pessoa humilde e dedicada em tudo na vida.

Aos meus sobrinhos (as) em especial a Ludimila Moura dos Santos por todo cuidado e preocupação.

Aos meus irmãos pela companhia e cumplicidade, em especial a Regiane Moura dos Santos e Renata Moura dos Santos, por nunca me deixarem desistir dos meus objetivos, independente das circunstâncias.

Aos meus amigos, Fernanda de Sousa Lima, Ana Kelly Araújo Silva, Jardel Lima Guimarães, Hadassa Quelen Leitão Mendes, especialmente Matheus Costa da Silva, pela parceria, ajuda e paciência na jornada.

Em especial, o meu orientador Prof. Me. Renato Darcio Noletto Silva pela confiança, apoio, serenidade, cuidado, orientação e exemplo a ser seguido.

Ao Prof. Me. Paulo Gomes, pela constante disponibilidade de ajudar e coorientar.

A Prof. Dra. Vilma da Silva Mesquita Oliveira, pela orientação fornecida durante a disciplina de TCC II, oferecendo toda disponibilidade para esclarecimento das minhas dúvidas.

Aos discentes da turma de 1º ano do ensino médio do Instituto Federal do Maranhão pela colaboração e disponibilidade em participar da SD deste trabalho.

Aos graduandos de Licenciatura em Matemática do IFMA, Elissandro, Ruan, Wanderson e Chara Kelly voluntários para a realização do curso de Instrumentação e Instrumentalização dos discentes no curso do *App Inventor 2*.

Aos meus colegas de turma. Aos demais professores, pela paciência e dedicação.

Ao Instituto Federal do Maranhão, pelo apoio profissional e financeiro, tornando esse sonho possível.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente com o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade, apresentar os resultados de uma pesquisa que objetivou analisar os processos de desenvolvimento da Gênese Instrumental na construção de aplicativos para *smartphones*, com a Plataforma *App Inventor 2* e suas contribuições para o aprendizado de Progressão Aritmética a partir da Resolução de Problemas. Para alcançar tal fim, priorizamos pela utilização da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, a qual desenvolveu-se em quatro etapas. Na primeira das etapas foram realizadas as análises prévias, compostas pelos aspectos históricos, curriculares e matemáticos acerca da Progressão Aritmética; e sua relação com a utilização de tecnologias. A segunda etapa da pesquisa, concepção e análise *a priori*, apresenta a descrição da Engenharia Didática na concepção de Artigue, Teoria da Gênese Instrumental de Rabardel, Sequência Didática na perspectiva de Zabala, Resolução de Problemas nas concepções de Sá, Dante e Polya; e algumas considerações sobre Tecnologias no ensino de Matemática. A terceira e quarta etapa da pesquisa, experimento e análise, foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA com dez discentes do primeiro ano do ensino médio. Para a validação, utilizou-se as análises *a priori* e *posteriori* em cada atividade desenvolvida durante a experimentação, a qual deu-se tratamento qualitativo de caráter descritivo. Os resultados da comparação apontam para Instrumentação e Instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* dos aplicativos construídos. Quanto ao processo da Resolução de Problemas como metodologia de ensino obtivemos e realizados positivos, o que ocasionou em uma melhora significativa no desempenho dos discentes na resolução de questões envolvendo Progressão Aritmética. Além disso, no decorrer do desenvolvimento das atividades, revelou-se que os estudantes aprenderam estruturar algebricamente as relações entre elementos da Progressão Aritmética de maneira colaborativa e motivadora.

Palavras-chave: Aplicativos. Ensino. Progressão Aritmética. Resolução de Problemas.

ABSTRACT

This paper presents the results of a research that aimed to analyze the development processes of Instrumental Genesis in building smartphone applications with the App Inventor 2 Platform and their contributions to the learning of Arithmetic Progression from Problem Solving. To achieve this end, we prioritized the use of Didactic Engineering as a research methodology, which was developed in four stages. In the first of the stages the previous analyzes were made, composed by the historical, curricular and mathematical aspects about the Arithmetic Progression; and its relation to the use of technologies. The second stage of the a priori research, conception and analysis presents the description of Didactic Engineering in Artigue's conception, Rabardel's Instrumental Genesis Theory, Didactic Sequence from Zabala's perspective, Problem Solving in the concepts of Sa, Dante and Polya; and some considerations about technologies in mathematics teaching. The third and fourth stages of research, experiment and analysis were conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão - IFMA with ten students from the first year of high school. For validation, a priori and posteriori analyzes were used in each activity developed during the experiment, which we gave qualitative treatment of descriptive character. Comparison results point to Instrumentation and Instrumentation of the App Inventor 2 platform of the built applications. As for the Problem Solving process as a teaching methodology, we had positive effects, which led to a significant improvement in student performance in solving questions involving Arithmetic Progression. In addition, as the activities developed, it revealed that students learned to algebraically structure the relationships between elements of Arithmetic Progression in a collaborative and motivating manner.

Key Words: Applications. Teaching. Arithmetic progression. Problem solving.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Método utilizado por Gauss (1777-1855) para calcular a soma dos 100 primeiros números naturais.....	26
FIGURA 2: Modelo das Situações de Atividades Instrumentais	37
FIGURA 3: Visualização das divisões envolvendo as 4 operações fundamentais da aritmética e álgebra.....	42
FIGURA 4: Aplicativo de função quadrática desenvolvido pelos alunos durante nivelamento.	48
FIGURA 5: Cálculo manual – do quadro atividade (Aluna C).....	52
FIGURA 6: Construção do aplicativo para o cálculo qualquer número da sequência (Aluna C).....	53
FIGURA 7: Estrutura de blocos do aplicativo (Aluna C)	53
FIGURA 8: Cálculo manual do Problema 1° – do quadro atividade (Aluna D).....	57
FIGURA 9: Cálculo manual do Problema 2° – do quadro atividade (Aluna D).....	57
FIGURA 10: Cálculo manual do Problema 4° – do quadro atividade (Aluna D).....	58
FIGURA 11: Cálculo manual para criação do aplicativo – do quadro atividade (Aluna D)	58
FIGURA 12: Cálculo manual do 2° Problema - atividade III (Aluno F).....	64
FIGURA 13: Cálculo manual do 3° Problema - atividade III (Aluno F).....	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Codificação da identificação dos estudantes	47
QUADRO 2: Resumo dos aplicativos criados na SD	50
QUADRO 3: Problemas da SD I.....	51
QUADRO 4: Problemas da SD II.....	56
QUADRO 5: Construção do aplicativo para calcular o Termo Geral e Razão de uma P.A (Aluna D).....	59
QUADRO 6: Construção do aplicativo para o calcular o Termo Geral de uma P.A e Razão de uma P.A (F)	60
QUADRO 7: Problemas para calcular a soma dos termos de uma P.A da SD III.	63
QUADRO 8: Sequência de ações na construção do aplicativo na tela 1 (Aluno F).....	65
QUADRO 9: Sequência de ações na construção do aplicativo na tela 2 (Aluno F)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ED	Engenharia Didática
GPTeDE	Grupo de Pesquisa em Tecnologia Digital no Ensino
IFMA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
NCTM	<i>National Council of Teachers of Mathematics</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P.A	Progressão Aritmética
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
PCNEM	Parâmetro Curricular Nacional do Ensino de Matemática
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
RP	Resolução de Problemas
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação de Educação Básica
SAI	Situações de Atividades Instrumentais
SD	Sequência Didática
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TD	Tecnologias Digitais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. ENGENHARIA DIDÁTICA	20
1.1 Análises prévias	20
1.2 Concepção e análise <i>a priori</i>	21
1.3 Experimentação	22
1.4 Análise <i>a posteriori</i> e validação	23
2. ESTUDOS PRELIMINARES	24
2.1 Estudo sobre Progressão Aritmética	24
2.1.1 Aspectos históricos	24
2.1.2 Aspectos Curriculares e Matemáticos	26
3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	35
3.1 A plataforma App Inventor 2	35
3.2 A Teoria da Gênese Instrumental	36
3.3 Resolução de Problemas	38
3.4 Sequência Didática (SD)	44
4. EXPERIMENTO E ANÁLISE	46
4.1 A escola (ó lócus)	46
4.2 Sujeitos	46
4.3 Curso de Instrumentação e Instrumentalização	47
4.4 Descrição do Experimento	49
4.4.1 Análise dos Resultados	50
4.4.1.1 Primeiro encontro	51
Análise a priori	51
Análise a posteriori	52
4.4.1.2 Segundo encontro	55
Análise a priori	55
Análise a posteriori	56
4.4.1.3 Terceiro encontro	62
Análise a priori	63
Análise a posteriori	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70

REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A	75
APÊNDICE B	76
APÊNDICE C	77
APÊNDICE D	78

INTRODUÇÃO

As transformações sociais ocorridas nos últimos anos tendem não apenas a impulsionar mercados e modificar o meio de vida, mas também influenciar nas tomadas de decisões dos indivíduos, especificamente dos discentes. Plataformas *online*, *softwares* e *sites* são criados frequentemente com a finalidade de englobar os conteúdos e a metodologia de ensino, principalmente na área de matemática. Não seria demais reconhecer, *a priori* que potencialmente, o uso das Tecnologias Digitais – TD's podem contribuir nas aulas de matemática do ponto de vista do planejamento e execução.

Vale ressaltar que existem tentativas múltiplas de diversificação de práticas, implementadas por docentes, no entanto, se estas forem baseadas em mera exposição, acredita-se que não garantirão por si só o aprendizado. Como por exemplo, se ao invés de copiar uma atividade de matemática no quadro de giz, a ação for substituída pela utilização da mesma atividade digitada e exposta na tela projetada por um *data show*, sem possibilitar ao aluno ações capazes de produzir inferências e reflexões, acreditamos que mudou-se apenas os recursos, e não o método, conseqüentemente a proposta não implicará aprendizado (PENTEADO, 1999).

Propõe-se com este trabalho, a implementação de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades complementares, muitas vezes não previstas no currículo de matemática, além das previstas nas prescrições curriculares nacionais, por meio da construção de aplicativos para *smartphones* com a programação em blocos, aportados teoricamente nas percepções de Rabardel e da Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995), a partir de uma Sequência Didática - SD baseada na Resolução de Problemas - RP.

As recomendações para a utilização das TD's não surgiram aleatoriamente, ou de cunho subjetivamente empírico, mas por condições histórico-sociais emergentes da década de oitenta com as tecnologias informáticas baseadas no construcionismo (BORBA et al 2014).

Para Soares (2008) o papel das TD's na sala de aula não está associado somente a fatores que tornam as aulas mais interessantes, nem tampouco para facilitar o trabalho dos docentes, mas, sobretudo, pelas possibilidades de desenvolvimento de novas habilidades e competências necessárias à sociedade moderna, como também no domínio das múltiplas linguagens, frente a novos cenários de mudança na leitura e a compreensão e interpretação dos problemas relativos ao meio em que estão inseridos. Tais mudanças influenciam também no papel dos educadores, diante do ensino, deixando de lado a memorização e focando em problematizações.

Acredita-se que dentre as várias denominações que classificam fatos e intervalos históricos, nenhuma delas é mais expressiva e significativa que do período tecnológico. Assim, foi questionado o posicionamento adverso ao uso de TD em sala de aula, pois acredita-se na possibilidade de desenvolvimento de novas configurações de aprendizagem, em consequência das mudanças ora supracitadas.

O ensino de matemática apresenta ainda diversos e significativos percalços, uma vez que, sob o ponto de vista das avaliações da escola pública em cenários externos, apresenta baixos resultados de aprendizado e altos índices de reprovação. Tal realidade tornou-se explícita a partir dos dados apresentados pela pesquisa realizada pelo INEP mostrando que, 7 em cada 10 alunos tem alguma deficiência em matemática, cerca de 71,67% tem nível considerado insuficiente, 23% tem nota zero e somente 3% tem uma nota considerada adequada. E que, quase 90% dos alunos chegam ao ensino médio sem aprender o esperado em matemática (BRASIL, 2013).

Dados de 2018 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA, sendo um estudo comparativo internacional, realizado a cada três anos, que oferece informações sobre o desempenho dos estudantes, vinculando dados sobre a aprendizagem e também aos principais fatores que influenciam na sua aprendizagem, dentro e fora da escola. Os resultados desta avaliação permitem que cada país avalie os conhecimentos e as habilidades dos seus estudantes em comparação com os de outros países, e corrobore com as práticas aplicadas, para que formulem políticas e programas educacionais, visando melhorias na qualidade e na equidade dos resultados de aprendizagem. O INEP é o órgão que planeja e operacionaliza a avaliação no país, buscando avaliar três domínios, sendo estes: a leitura, a matemática e a ciência.

A avaliação do domínio Matemático, é definido como a capacidade de formular, empregar e interpretar problemas matemáticos em uma série de contextos, o que inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos da realidade (BRASIL, 2018, p. 24). Desde 2015 os testes foram aplicados com o uso de computadores, inclusive no Brasil, por meio de uma plataforma de aplicação off-line desenvolvida pelo consórcio internacional do PISA, sendo desenvolvidos novos itens apenas para aplicação em computador.

O resultado desta última edição, na qual participaram 600 mil estudantes de 79 países diferentes, com o foco em leitura. Mostrou que o país teve um pequeno avanço, apontando, entretanto, um desempenho ainda estagnado em que 68,1% dos estudantes brasileiros estão no pior nível de proficiência em matemática, não conseguindo atingir o nível 2 do teste, o mínimo

estabelecido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, como necessário para que o estudante exerça plenamente sua cidadania. Cerca de 31,8% dos jovens atingiram o nível 2 ou superior na disciplina. Contudo, apenas 1% dos brasileiros tiveram nota 5 ou superior. A escala vai até o nível 6, com esses resultados o país passou a ocupar a 70ª posição nesta disciplina (OCDE, 2019a).

Segundo a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio - BNCC, amplamente discutida no país e sendo implementada nos últimos anos, a utilização de recursos tecnológicos é cada vez mais frequente nos objetivos do ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, cabe questionar de que maneira as habilidades tecnológicas são consideradas na prática docente em sala de aula, pois alguns direitos de aprendizagem citados no documento, preveem o manuseio de *softwares* (aplicativos), bem como a construção dos mesmos, pois as TD's têm se tornado cada vez mais presentes na rotina dos estudantes, uma vez que o acesso a computadores e *smartphones* tornam a inclusão digital cada vez mais possível. Nesse contexto, torna-se necessário que o professor esteja apto a utilizar tais tecnologias e propor atividades eficazes na construção do aprendizado do aluno.

Inserindo TD em atividades de sala, pode apresentar-se como uma contribuição positiva no processo de ensino, no entanto, as proposições de atividades educativas devem ser cuidadosamente planejadas, capazes de proporcionar reflexões e implicar na aprendizagem. Frente a tal realidade, procurou-se responder a seguinte pergunta da pesquisa: quais as contribuições da construção de aplicativos matemáticos no *App Inventor 2* para a Resolução de Problemas-RP de Progressões Aritmética - P.A?

Acredita-se que a utilização de *smartphones* pode ser uma estratégia metodológica significativa para motivar os alunos no processo de aprendizagem, além de desenvolver o raciocínio lógico, podem auxiliar na RP, desafiando-os a pensar individualmente, interagir e até mesmo resolver situações matemáticas meramente reprodutivista. Tal proposta pode oportunizar descobertas a permanecer num ensino baseado na padronização de atividades. Porém, a utilização de tais recursos não deve reduzir-se apenas à aplicação de técnicas por meio de aparelhos e máquinas ou apertando teclas, onde surge o ensino-aprendizagem de P.A como uma excelente possibilidade para promover novos conhecimentos através do manuseio de blocos de programação em detrimento da memorização de fórmulas.

Nesse contexto, foi proposta reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem diante das TD's no mundo contemporâneo. Do ponto de vista da prática pedagógica, com o advento

das tecnologias, computador e *internet*, ambos os recursos já familiares aos discentes, no entanto, não instrumentados (RABARDEL, 1995).

Para os PCN's, "o impacto da tecnologia na vida de cada indivíduo vai exigir competências que vão além do simples lidar com as máquinas" (BRASIL, 1999, p.42), ou seja, o impacto implica em novas formas de comunicar, de pensar, ensinar e aprender, sendo vista e utilizada como um recurso para auxiliar o professor na integração dos conteúdos curriculares.

A BNCC (BRASIL, 2017a) define competência como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivos e sócioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, em que o mesmo documento segundo Silva (2019) o termo "tecnologia digital" é citado "vinte e três vezes como recurso para desenvolver as habilidades prescritas para as áreas do ensino médio, a exemplo, na matemática". Por isso, corrobora-se com o autor no sentido tornar evidente a importância da utilização dos recursos tecnológicos no ensino. Neste sentido, o ensino de matemática deve ser instrumento educacional, que desempenha um papel crítico e social capaz de integralizar o aprendizado de forma a construir assim, uma base de conhecimentos que permita ao aluno um pensar amplo na resolução dos diversos problemas encontrados no dia-a-dia.

Para este trabalho, a metodologia de pesquisa foi baseada nos pressupostos da Engenharia Didática - ED na perspectiva de Artigue (1996), considerada adequada pela previsibilidade da experimentação e análise dos resultados. Os sujeitos da investigação foram os alunos do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão - *Campus* São João dos Patos, onde elaborou-se a proposta e houve a aplicabilidade de uma SD com a construção de aplicativos no *App Inventor 2* como atividade experimental.

De acordo com a metodologia, na primeira seção apresenta-se as análises preliminares, a partir de uma pesquisa epistemológica dos conteúdos acerca dos aspectos históricos e matemáticos. Na segunda, foi apresentado as concepções e análise *a priori*, com foco na investigação do modo de agir do aluno sobre uma determinada quantidade de variáveis das informações preliminares a partir da teoria da Gêneses Instrumental de Rabardel (1995) e RP, dando ênfase nas concepções de Sá (2013), Dante (1998), Polya (1978) e a metodologia da pesquisa com a ED.

Na terceira e quarta seção, foram feitos os detalhamentos da experimentação e análise *a posteriori* para a validação, sendo constituída pelo período de aplicação e experimentação das atividades anteriormente planejadas, colhendo dados sobre a investigação desenvolvida com

sujeitos e *locus* da pesquisa. Buscando-se por meio deste, introduzir a tecnologia com a amostra, afim de propor problemas sobre o objeto matemático em pesquisa.

Neste sentido, empreende-se o estudo em uma perspectiva objetiva, analisar os processos de desenvolvimento da Gênese Instrumental na construção de aplicativos para *smartphones* com a Plataforma *App Inventor 2* e suas contribuições para o aprendizado de P.A a partir da RP.

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

- Realizar um curso de Instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* para alunos do 1º ano do Ensino Médio;
- Aplicar uma SD como experimento;
- Identificar as ações que os estudantes mobilizam na construção dos aplicativos e por consequência aprendem sobre P.A;
- Observar como a construção de aplicativos se relaciona com a Resolução de Problemas a partir de propostas de questões de P.A;
- Descrever e classificar os resultados produzidos.

Desta forma, buscou-se compreender com este trabalho, além dos processos de desenvolvimento da Gênese Instrumental na construção de aplicativos para *smartphones* com a Plataforma *App Inventor 2*, identificar suas contribuições para a Resolução de Problemas de P.A. Para isso, será apresentada uma SD que possibilite a construção de aplicativos com questões práticas de Progressões Aritméticas.

Nessa perspectiva, o interesse por esse objeto de estudo surgiu a partir da leitura da dissertação de Silva (2019), intitulada “**Ensino de Pirâmides na construção de aplicativos para *smartphones***”, que aborda a criação de aplicativos para o ensino de matemática, partindo de um experimento em sala de aula, aplicado em uma escola estadual no município de São João dos Patos - MA, da qual fiz parte como auxiliar de experimento. Nas vivências de estágio, pôde-se perceber que os professores de matemática possuem dificuldades em inovar metodologicamente o ensino, terminando por reproduzir práticas baseando-se no viés de uma abordagem clássica, que segue a tríade: definição, exemplo, exercícios.

1. ENGENHARIA DIDÁTICA

O termo Engenharia Didática surgiu da didática Matemática na década de 80 com Yves Chevallard, Guy Brousseau, e Michèle Artigue em 1989, sendo o trabalho embasado nas definições de Artigue (1996), que propriamente dita a ED acompanha os dispositivos produzidos de um conjunto de estudos e análises que tornam evidentes as características do produto de acordo com os conhecimentos científicos teóricos e experimentais adequados a pesquisas na Educação Matemática, caracterizada por um esquema experimental em virtude de “realizações didáticas” em aula, em que sistematiza a organização de trabalhos científicos de várias naturezas, ou seja, na concepção, realização, observação e análises de Sequências Didáticas, bem como a validação das sequências (ARTIGUE, 1996).

A originalidade desta teoria está ligada a preocupação com a “ideologia da inovação” presente no espaço educativo, que abre caminho para qualquer tipo de experiência, com fundamentação científica.

Artigue (1996) lembra que estando relacionada também com o movimento de valorização do saber prático docente com a consciência de que as teorias desenvolvidas fora da sala de aula são insuficientes para influir na transformação das tradições de ensino, a questão consiste em afirmar a possibilidade de agir de forma racional, com base em conhecimentos matemáticos e didáticos, destacando a importância da realização didática na sala de aula como prática de investigação. Sendo a ED formada por quatro fases, sejam elas: análises prévias; concepção e análise *a priori*; experimentação, análise *a posteriori* e validação.

1.1 Análises prévias

É a fase do projeto que se baseia não apenas em um referencial didático teórico geral e no conhecimento didática anteriormente adquirida no campo de estudo, mas também em um certo número de análises preliminares, estudando as possíveis causas do problema de pesquisa, são desenvolvidas principalmente para aprimorar a concepção da engenharia, sendo que:

a análise é feita para esclarecer o ensino tradicional, as concepções dos alunos e as dificuldades e obstáculos que marcam a evolução das concepções. A tradição é vista como um estado de equilíbrio do funcionamento de um sistema dinâmico, que tem falhas. A reflexão sobre essas falhas torna-se o ponto de partida para determinar condições possíveis de um ponto de funcionamento mais satisfatório (CARNEIRO, 2005, p. 5).

As análises preliminares permitem ao pesquisador identificar as variáveis didáticas potenciais que serão explicitadas e manipuladas nas fases que se seguem buscando um ponto de equilíbrio entre o que está sendo estudado tradicionalmente e o que se pretende propor.

Esta fase é composta por duas dimensões: a) epistemológica descrevendo parcialmente o histórico sobre P.A; b) cognitiva com aplicação do curso na plataforma *App Inventor 2*, ambas baseadas nas características do público ao qual dirige-se o ensino.

1.2 Concepção e análise *a priori*

É a partir das análises prévias realizadas, que o pesquisador adota decisões que precisam ser efetivadas sobre o problema da pesquisa para agir sobre as variáveis, bem como analisar o comportamento dos estudantes baseados nestas variáveis. São definidas por dois tipos: as variáveis macro didáticas ou globais, ou seja, são relativas à organização global da engenharia, e as variáveis micro didáticas ou locais, sendo relativas à organização local da engenharia. Assim a análise *a priori*.

deve ser concebida como uma análise do controle do sentido; muito esquematicamente, se a teoria construtivista coloca o princípio do compromisso do aluno na construção dos seus conhecimentos por intermédio das interações com determinado meio, a teoria das situações didáticas que serve de referência à metodologia de engenharia [didática], teve, desde sua origem a ambição de se constituir como uma teoria de controle das relações entre sentido e situações (ARTIGUE, 1996, p. 205).

As escolhas relacionadas aos aspectos didáticos são estruturadas com previsões a respeito do comportamento dos alunos quanto a realização da mesma, outro aspecto de grande importância a destacar nessa fase, é o controle das relações entre o comportamento dos alunos e as atividades propostas. Em que a análise, *a priori* tem como objetivo.

determinar de que forma permitem as escolhas efetuadas controlar os comportamentos dos alunos e o sentido desses comportamentos. Para isso, ela funda-se em hipóteses; será a validação destas hipóteses que estará, em princípio, indiretamente em jogo no confronto, operado na quarta fase, entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori* (ARTIGUE, 1996, p. 206).

Essa fase é composta por uma parte descritiva e uma parte preditiva, descrevendo cada atividade proposta de maneira a contribuir para a validação da pesquisa. Nesta etapa, foi realizada uma revisão de estudo sobre Rabardel (1996) reportando-se a esse autor nos processos de Instrumentação e Instrumentalização como ponto de partida para a proposição de atividades

com a construção de aplicativos. Sá (2013), Dante (1998), Polya (1978), e sobre a luz das teorias desses três autores quando abordam características da RP.

1.3 Experimentação

É denominada a etapa de colocar-se em prática a aplicação da SD, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecendo o contrato didático e registrando as observações feitas durante a experimentação, corrigindo-o se necessário, quando as análises locais do desenvolvimento experimental identificam essa necessidade.

O que implica em um retorno à análise *a priori*, como processo de complementação, seguida de uma análise *a posteriori* apoiando-se no conjunto de dados adquiridos durante a experimentação, em que a sequência didática se caracteriza por um esquema experimental que é desenvolvida no campo da prática educativa. Machado (1999, p.26) supõe que “a explicitação dos objetos e condições de realização da pesquisa à população de alunos que participará da experimentação”.

É considerada uma etapa prática deste estudo que está diretamente ligada as atividades propostas pelo pesquisador, a partir da abordagem geral sobre os conceitos da validação e análise como metodologia de confirmação da eficácia ou não da proposta experimental.

Seguindo-se a mesma sequência, a realização de um curso de Atividades Instrumentadas (RABARDEL, 1995) subdividido em dois momentos: a) Instrumentação e Instrumentalização; b) Sequência Didática com atividades de construção de aplicativos para o ensino de matemática, abordando conteúdo P.A no contexto de RP.

A etapa da Instrumentação e Instrumentalização foi realizada no período de vinte e uma horas (21h), em que na referida carga horária foram realizadas atividades presenciais orientadas por graduandos voluntários do curso de Licenciatura em Matemática do IFMA sob a orientação do coordenador do curso (orientador desse trabalho). As sequências de atividades matemáticas, fora desenvolvida em vinte e uma horas (21h): na SD a turma de 30 alunos foi dividida em três grupos de dez integrantes, um grupo realizou um conjunto de atividades (SD) que compôs esse trabalho de conclusão de curso, em que foram desenvolvidas 3 atividades, totalizando quinze aplicativos, pois apenas um dos participantes não concluiu todas as atividades, e dentre esses quinze aplicativos três foram escolhidos através da realização de sorteio, e serão descritos nesse trabalho.

1.4 Análise *a posteriori* e validação.

Nesta fase analisa-se a produção dos discentes, as observações realizadas em relação ao comportamento deles durante o desenvolvimento da SD e todos os dados construídos no decorrer da experimentação, neste momento contemplam-se os objetivos declarados na análise *a priori*. Confrontam-se análise *a priori* e análise *a posteriori*, validando ou não, a hipótese da pesquisa.

Segundo Artigue (1996) esta etapa apoia-se no conjunto de dados coletados a partir da experimentação. A validação ocorre quando o confronto das informações coletadas na primeira fase, podem resultar em subsídios que indiquem a confirmação das hipóteses, podendo claro, ocorrer o contrário, a refutação, em que a coleta traduz-se em contribuições interpretativas ao trabalho, pois o confronto de dados poderá revelar novas informações, ocorrido experimentalmente.

Desta maneira, a ED torna-se uma alternativa que eleva o estado de influência do saber acadêmico na realidade de ensino-aprendizagem. Neste sentido, o saber científico é composto pelos resultados da pesquisa, ao passo que suas verificações práticas estão ligadas ao saber a ser ensinado. A escolha por essa metodologia de pesquisa, justifica-se devido ao fato de compreender que esta sobrepõe-se por técnicas tradicionalmente clássicas como questionários, observações, entrevistas, análises de livros e análise documental, deixam escapar minúcias do fenômeno didático proposto.

2. ESTUDOS PRELIMINARES

Nesta sessão foi apresentado os resultados de um estudo de Progressão Aritmética em seus aspectos históricos, curriculares e matemáticos. Segundo Artigue et. al. (1996),

em uma pesquisa de Engenharia Didática, a fase de concepção baseia-se não apenas em um arcabouço teórico didático geral e no conhecimento didático previamente adquirido no campo de estudo, mas também em um certo número de análises preliminares (ARTIGUE et al, 1996, p. 38).

Com isso, aprofundou-se os fundamentos que balizaram os estudos e as atividades utilizadas no experimento, além de utilizar tais conteúdos para elaborar as sessões de ensino. Nos aspectos históricos, foram resgatados fatos que serviram de base para contextualizar questões. Os aspectos curriculares trataram de identificar as habilidades e competências como prescritas por documentos que organizam o ensino no Brasil, exigidas em avaliações externas e também levadas em consideração nos objetivos das atividades propostas e os aspectos matemáticos que deram suporte teórico e epistemológico ao objeto da pesquisa.

2.1 Estudo sobre Progressão Aritmética

Nesta subseção, apresenta-se o resultado de leituras referentes aos aspectos históricos, curriculares e matemáticos por compreendermos que sejam de relevância considerável para a construção da SD.

2.1.1 Aspectos históricos

Os aspectos históricos contribuem para a compreensão do ensino de P.A como uma construção da humanidade que emerge no currículo, uma vez que os PCN's (BRASIL, 1999) destacam a importância da História da Matemática como um dos caminhos para o “fazer Matemática” na sala de aula. Acredita-se que é de grande valia investir nesse aporte como estratégia para contextualização de fatos que venham elucidar os motivos pelos quais se apresentam problemas do passado da humanidade que persistem até os dias atuais, ou que sofreram algum tipo de mudança ao longo dos anos.

O surgimento do termo P.A, bem como sua importância e influência histórico-social reforça a compreensão mais ampla da trajetória dos conceitos e métodos da Matemática sem necessariamente se tornar um tema ou assunto específico, mas de forma a integrá-la com a

pluralidade cultural, pois apresenta, assim, a P.A como elemento matemático proveniente de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática e vinculados a outras ciências, bem como relacionados a investigações internas à própria Matemática.

P.A é um tipo de Sequência Numérica, sendo todo conjunto de números reais dispostos numa ordem que a partir do segundo elemento cada termo (elemento) é a soma do seu antecessor por uma constante (GIOVANNI, BONJORNNO, 1996, p. 05).

As P.A's tem seus registros desde os povos babilônicos. Inicialmente, procurou-se estabelecer padrões de certos acontecimentos do dia-a-dia, por exemplo as enchentes dos rios, para poderem plantar na época certa, evitando assim as inundações.

Segundo Giovanni e Bonjorno (1996) na Mesopotâmia surgiram várias “tabletas” babilônicas muito interessantes, se destacando a tableta *Plimpton 322* (1900 a 1600 a.C.) por conter problemas que faziam a utilização do conteúdo de aritmética. Em um papiro datado de 1950 a. C. foram identificados problemas teóricos a respeito de Progressões. Em 1932 o papiro *Rhind* foi uma fonte elementar sobre a Matemática egípcia antiga, revelando que sabiam fazer a soma dos termos de uma P.A.

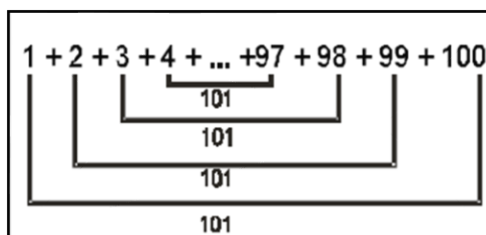
A Matemática na Europa conta a história de Michael Stifel (1486- 1567) que é considerado o maior algebrista/matemático alemão do século XVI. A obra matemática mais conhecida é “*Arithmética*” em que foi publicada em 1544 e se divide em três sessões, o primeiro salienta os números racionais, o segundo os números irracionais, e o terceiro a álgebra. Na primeira sessão, Michael Stifel frisa as vantagens de se associar uma “P.A” a uma “P.G”.

Por volta de 1590, Napier expôs possuir completo conhecimento da correspondência entre P.A e Geométricas, que o levou aos logaritmos, gerando em consequência de sua descoberta, e diligentemente, a construção das tabelas de logaritmos que foram publicadas vinte e quatro anos depois.

Conta-se que em meados de 1790, um professor mandou que seus alunos calculassem a soma dos 100 primeiros números naturais. Carl Friedrich Gauss [1777-1855], que seria um renomado matemático, resolveu o problema rapidamente. Ele observou que se somasse o primeiro termo com o último resultaria em 101, se somasse o segundo com o antepenúltimo, também daria 101, assim, ele deduziu a resposta ao professor: 5050.

Em poucos minutos Gauss encontrou o resultado esperado. Até então, ninguém tinha pensado que isso era possível. Ele se baseou no fato de que a soma dos números opostos é sempre constante, a figura 1 abaixo representa a forma como o mesmo pensou:

Figura 1: Método utilizado por Gauss (1777-1855) para calcular a soma dos 100 primeiros números naturais.



Fonte: Google Imagem

Então ele multiplicou a constante “101” pelo número de termos e dividiu pela metade, e encontrou a fórmula da soma da Progressão Aritmética:

$$S_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

No recorte histórico apresentado expõe-se o quão relacionado com o cotidiano o objeto desta pesquisa é e foi ao longo dos séculos. Nesse contexto, a P.A oferece a possibilidade de estudo dos fatores históricos, abre-se espaço para o estudo da sua forma como um modelo matemático.

2.1.2 Aspectos Curriculares e Matemáticos

Nos documentos curriculares oficiais, o ensino de P.A na educação básica escolar no Brasil, está inserida no eixo dos números, operações e funções (número, operações, funções, aritmética e álgebra), organização esta que se consolidou após várias reformas curriculares. A partir do pressuposto que passagens históricas contribuíram essencialmente para a compreensão do papel da escola sobre a nossa sociedade e, com o fim da ditadura militar em 1985, vários documentos oficiais foram discutidos, elaborados e implementados ao longo dos anos.

No bojo das literaturas prescritas, surge a necessidade de planejar e avaliar o ensino e as políticas públicas voltadas para a educação. Mesmo que o interesse pela avaliação sistêmica, na organização do setor nacional se manifestasse nos anos 30, foi a partir dos anos 90 que consolidou-se o Sistema Nacional de Avaliação de Educação Básica - SAEB, o qual desencadeou muitas outras ações capazes de instituir metas e acompanhamento de escolas e redes de ensino.

Com isso, o estudo de P.A pouco tem sido objeto de pesquisas científicas e não possui destaque no currículo brasileiro. Sendo abordado na maioria dos livros didáticos de Matemática do ensino médio no eixo da Aritmética, associado a sequência, considerada a algumas décadas

no Brasil apenas como conteúdo racional, centrado em definições e demonstrações, fato que dificulta a aprendizagem.

O PCNEM (2006) Sugere, sobre progressões que:

As progressões aritmética e geométrica podem ser definidas como, respectivamente, funções afim e exponencial, em que o domínio é o conjunto dos números naturais. Não devem ser tratadas como um tópico independente, em que o aluno não as reconhece como funções já estudadas. Devem-se evitar as exaustivas coletâneas de cálculos que fazem simples uso de fórmulas (“determine a soma...”, “calcule o quinto termo...”). (BRASIL, 2006, p. 75).

A proposta do documento, é procurar meios que estingue a passividade dos discentes, possibilitando assim uma aprendizagem significativa que desenvolva o conhecimento crítico, fazendo o elo de ligação com a realidade em que estão inseridos. Dessa forma, se o ponto de partida é a realidade do aluno, este também será o ponto de chegada, mas com um novo olhar e com uma nova compreensão que vai além do cotidiano dos discentes.

Para a BNCC, o ensino de P.A não é tratado de forma específica, no entanto, o ensino de Aritmética é lembrado nas competências específicas de Matemática e suas tecnologias para o Ensino Médio sendo relatado que:

utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, e um conjunto de pares de ideias fundamentais que produzem articulações entre os vários campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística – para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente e que são importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático (BRASIL, 2017a, p. 522).

A competência (conceitos e procedimentos), descrita acima é abrangente. No entanto, recortes mais específicos são apresentados nas habilidades (práticas, cognitivas e sócioemocionais), o que garante alguns direitos de aprendizagem dos discentes como:

- (EM13MAT302) Resolver e elaborar problemas cujos modelos são as funções polinomiais de 1º e 2º graus, em contextos diversos, incluindo ou não tecnologias digitais.
- (EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau.
- (EM13MAT507) Identificar e associar sequências numéricas (PA) a funções afins de domínios discretos para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas. (BRASIL, 2017, p.534)

É perceptível que, o ensino de Matemática, especificamente de P.A é fruto de histórica discussão e mudanças curriculares, porém o ensino com foco na RP é consenso na literatura atual e fruto de ampla dinâmica histórica. Dessa forma, descritores, habilidades e competências devem ser levados em consideração como base para o planejamento, execução e avaliação do ensino de Matemática.

No SAEB (BRASIL, 2009), assim como na BNCC (2017) não mencionam P.A de forma específica nos descritores que norteiam os itens das provas aplicadas. Mais específico, pode ser encontrado discretamente nos seguintes tópicos:

- D30 - Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica;
- D32 - Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em seqüências de números ou figuras (padrões);
- D33 - Identificar uma equação ou uma inequação de primeiro grau que expressa um problema;
- D36 - Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos. (BRASIL, 2009, p.36)

Assim, torna-se fundamental assegurar aos estudantes as competências específicas e habilidades relativas aos seus processos de reflexão e de abstração, que deem sustentação a modos de pensar.

Segundo Lima (2005, p.74) “uma seqüência é uma função cujo domínio é o conjunto dos números naturais de 1 até n, ou o conjunto de todos os números naturais 1, 2, 3,..., n, (Seqüência infinita)”. A Seqüência Numérica e todo conjunto de números reais dispostos numa certa ordem sendo a seqüência infinita representação matemática no formato $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-1}, a_n, \dots)$, e a finita é designada pela notação:

$$(a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_5, a_6)$$

Em que:

a_1 é o primeiro termo;

a_2 é o segundo termo;

.

.

.

.

.

a_n é o enésimo termo.

Pensou-se ser interessante proporcionar situações em que os discentes possam descobrir a lei geral de uma dada Sequência Numérica, estabelecendo um raciocínio semelhante ao que apresentamos a seguir:

Observando a sequência $(2, 4, 6, 8, 10, \dots)$, percebe-se que a mesma segue um padrão, ou seja, a cada termo é acrescentado 2 unidades, então:

$$\begin{aligned} a_1 &\rightarrow 2 = 2 + 0 \cdot 2 \\ a_2 &\rightarrow 4 = 2 + (2 - 1) \cdot 2 \\ a_3 &\rightarrow 6 = 2 + (3 - 1) \cdot 2 \\ a_4 &\rightarrow 8 = 2 + (4 - 1) \cdot 2 \\ a_5 &\rightarrow 9 = 2 + (5 - 1) \cdot 2 \\ a_n &\rightarrow = 2 + (n - 1) \cdot 2 \end{aligned}$$

Por meio dessa lei geral, facilmente pode obter qualquer número desta sequência, pois cada termo resulta da adição do número 2 com o produto da posição que esse número ocupa na sequência, menos uma unidade, e o valor 2.

Por exemplo quando se quer encontrar o décimo segundo termo da sequência em que $a_n = 2^{n-6}$, pode ser resolvida da seguinte maneira:

Fazendo $n = 12$, temos que:

$$\begin{aligned} a_{12} &= 12^{12-6} \\ a_{12} &= 12^6 \\ a_{12} &= 64 \end{aligned}$$

Ainda nas definições de Lima (2005, p. 74) P.A “é uma Sequência Numérica em que cada termo, a parte do segundo é igual ao anterior, somando com uma constante chamada razão”; sobre essa ótica percebe-se que para caracterizar uma progressão faz-se necessário que haja uma sequência de termos, podendo essa sequência, ser diferente ou igual entre si. Uma Progressão Aritmética com termos iguais é chamada de progressão constante. Ou seja, a sequência a_n , chama-se uma P.A quando $a_{n+1} = a_n + r, \forall n \in N$.

Os outros tipos são dependendo do sinal da razão r , a P.A pode ser:

P.A crescente: se $r > 0$.

Ex.01: $\{1,4,7,10,13,16 \dots\} \rightarrow r = 3$

P.A decrescente: se $r < 0$.

Ex.02: $\{10,9,8,7 \dots\} \rightarrow r = -1$

P.A constante: se $r = 0$, em que todos os termos da P.A serão iguais.

Ex.03: $\{5,5,5,5,5,5,5 \dots\} \rightarrow r = 0$.

Sendo representado da seguinte forma:

$$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, a_{n+1}, \dots)$$

É caracterizada como uma P.A de razão r .

$$a_2 - a_1 = a_3 - a_2 = \dots = a_{n+1} - a_n = r$$

ou

$$a_{n+1} = a_n + r$$

Em questões envolvendo P.A, é importante saber como é possível obter o termo geral e a soma dos termos, onde o termo geral trata-se de uma fórmula que, a partir do primeiro termo e da razão da P.A, permite calcular qualquer outro termo. Por exemplo, a sequência $(3, 7, 11, 15, \dots)$, possui uma expressão que permite encontrar todos os termos da sequência, e pode-se obter esta expressão da seguinte forma: chamamos 3, o primeiro termo da sequência, de a_1 ; 7, o segundo, de a_2 ; 11, terceiro termo da sequência, de a_3 ; e assim por diante.

Assim é possível visualizar que:

$$a_2 = 7 = 3 + 4 = a_1 + 4 = a_1 + r$$

$$a_3 = 11 = 7 + 4 = (a_1 + r) + r = a_1 + 2r$$

$$a_4 = 15 = 11 + 4 = (a_1 + 2r) + r = a_1 + 3r$$

Se a sequência $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$, é uma P.A de razão r , temos:

$$a_2 = a_1 + 1 \cdot r$$

$$a_3 = a_2 + 1 \cdot r \rightarrow a_3 = a_1 + 2 \cdot r$$

$$a_4 = a_3 + 1 \cdot r \rightarrow a_4 = a_1 + 3 \cdot r$$

O 2º termo de uma P.A, pode ser facilmente encontrado da seguinte maneira:

$$a_2 = a_1 + 1 \cdot r$$

Com isso, para ir de a_1 até a_2 percorre-se um passo, o que significa dizer que soma uma vez a razão. Já para obter o terceiro termo (a_3), deve-se somar duas vezes a razão r , em que será percorrido dois passos de a_1 até a_3 . Esse raciocínio também se aplica aos termos a_4, a_5, a_6 , etc..., ou seja:

$$a_3 = a_1 + 2 \cdot r; a_4 = a_1 + 3 \cdot r; a_5 = a_1 + 4 \cdot r; a_6 = a_1 + 5 \cdot r \dots$$

Analisando os termos da sequência, a razão r , está sendo multiplicada pela quantidade de termos menos 1, ou seja, $(n - 1)$, desta forma as expressões podem ser reescritas da seguinte maneira:

$$a_3 = a_1 + (3 - 1) \cdot r; a_4 = a_1 + (4 - 1) \cdot r; a_5 = a_1 + (5 - 1) \cdot r; a_6 = a_1 + (6 - 1) \cdot r \dots a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

Com a lei de formação foi possível chegar-se à fórmula de um termo geral de uma P.A. Assim para obter o n ésimo termo de uma P.A, basta somar o primeiro termo ao produto $(n - 1)$ vezes a razão r . Sendo possível chegar a fórmula:

$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

Em que:

a_1 é o primeiro termo;

a_n é o n ésimo termo;

n é o número de termos;

r é a razão da P.A.

Se segue uma demonstração prática em que pede para determinar $(3, 5, 7, 9, 11, \dots)$ o a_6 , usando os métodos vistos anteriormente, tendo como informação os seguintes dados:

$$a_1 = 3$$

$$n = 6$$

$$r = a_2 - a_1 = 5 - 3 = 2$$

Pelo que já foi visto até o momento percebe-se que:

$$a_6 = a_1 + 5r$$

Assim, como $a_1 = 3$ e $r = 2$:

$$a_6 = 3 + 5 \cdot 2$$

$$a_6 = 3 + 10$$

$$a_6 = 13$$

Utilizando a fórmula do termo geral também chegar-se-ia à mesma solução, veja o processo.

$$a_6 = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

$$a_6 = 3 + (6 - 1) \cdot 2$$

$$a_6 = 3 + 5 \cdot 2$$

$$a_6 = 13$$

E adiante apresenta-se um exemplo mais elaborado do livro de Barreto e Silva (2006).

Exemplo: (BARRETO E SILVA 2006, p. 12) Calcular a razão de uma P.A, sabendo que o primeiro termo é o triplo da razão e que $a_{23} = 50$.

Listando as informações vê-se que: $\begin{cases} a_{23} = 50, n = 23 \text{ e } a_1 = 3 \cdot r \\ r = ? \end{cases}$

Substituindo na fórmula tem-se,

$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

$$50 = 3r + (23 - 1) \cdot r$$

$$50 = 3r + 22r$$

$$50 = 25r$$

$$25r = 50$$

$$r = \frac{50}{25}$$

$$r = 2$$

Para obter a soma dos n termos de uma P.A finita, com número de termos n e razão r , será através de uma fórmula, mas primeiramente da sua lei de formação:

$$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n)$$

Ou ainda pode ser escrita como:

$$(a_1, a_1 + r, a_1 + 2r, \dots, a_{n-2r}, a_{n-r}, a_n)$$

Em uma P.A finita, a soma dos termos equidistantes dos extremos é igual à soma dos extremos, ou seja:

$$a_2 + a_{n-1} = a_3 + a_{n-2} = \dots = a_1 + a_n$$

Para obtermos a fórmula da soma dos termos temos:

$$s_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-2} + a_{n-1} + a_n \quad (1)$$

Se escrevermos a soma dos termos vindo de trás para frente obteremos o seguinte:

$$s_n = a_n + a_{n-1} + a_{n-2} + \dots + a_3 + a_2 + a_1 \quad (2)$$

Somando (1) e (2) temos:

$$2s_n = (a_1 + a_n) + (a_2 + a_{n-1}) + (a_3 + a_{n-2}) + \dots + \\ (a_{n-2} + a_3) + (a_{n-1} + a_2) + (a_n + a_1)$$

Como os termos a_2 e a_{n-1} , a_3 e a_{n-2} são equidistantes dos extremos, a soma deles é igual a $(a_n + a_1)$. Tendo isso em vista a fórmula acima pode ser escrita como:

$$2s_n = (a_1 + a_n) \cdot n$$

$$s_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

Em que:

a_1 é o primeiro termo;

a_n é o enésimo termo;

n é o número de termos;

s_n é a soma dos n termos.

Logo abaixo ver-se-á a aplicabilidade na prática. O cálculo da soma dos termos da seguinte sequência de números triangulares, (1, 3, 6, 10, 15, ...).

O primeiro passo é descobrir a média simples de seus n termos, ou seja:

$$S_M = \frac{a_1 + a_n}{2}$$

$$S_M = \frac{1 + 15}{2}$$

$$S_M = \frac{16}{2}$$

$$S_M = 8$$

Assim se chega a uma parte da fórmula, o segundo passo para saber a soma dos termos desta sequência será multiplicar por n , o valor encontrado da seguinte forma:

$$S_n = \frac{8 \cdot n}{2}$$

$$S_n = \frac{8 \cdot 5}{2}$$

$$S_n = \frac{40}{2}$$

$$S_n = 20$$

Pode-se destacar que para chegar a este resultado, os passos foram bem simples, calculou-se a média dos seus elementos e em seguida multiplicou-os por n o resultado da média chegando ao resultado.

Analisa-se agora um exemplo do livro Lima (2006, p.438) em que pede para encontrar a soma dos n primeiros números naturais pares.

Para responder deve-se tomar nota das informações: $\left\{ \begin{array}{l} P.A (0, 2, 4, 6, \dots) \\ S_n = ? \end{array} \right.$

Na sequência (0, 2, 4, ..., a_n), tem-se:

$$a_1 = 0 \text{ e } r = 2$$

$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

$$a_n = 0 + (n - 1) \cdot 2$$

$$a_n = 2n - 2$$

Substituindo a_n em S_n :

$$S_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

$$S_n = \frac{(0 + 2n - 2) \cdot n}{2}$$

$$S_n = \frac{(2n^2 - 2n)}{2}$$

$$S_n = n^2 - n$$

$$S_n = n \cdot (n - 1)$$

Assim, percebe-se que toda P.A pode ser representada por um polinômio de grau 1; e a fórmula acima serve para encontrar a soma de qualquer termo de uma P.A de qualquer razão, pois independentemente do valor dos seus termos as propriedades das somas de suas parcelas também são válidas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Mediante a necessidade de abordagem de questões ligadas à utilização de TD bem como sua utilização para a mediação da aprendizagem, destaca-se as contribuições da RP, onde foram trabalhados como ponto de partida, do tipo algébrico, especificamente os estruturados (SÁ, 2013). Como metodologia de pesquisa, faz-se uso da ED baseada nas contribuições de Michele Artigue (1996) e Saddo Almouloud (2008) além de uma revisão sistemática de literatura.

A proposta incide-se sobre a utilização do *App Inventor 2* (aplicação código aberto originalmente criada pela Google e atualmente mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology- MIT*) para a construção de aplicativos para *smartphones* por alunos do 1º ano do Ensino Médio, e aplicada a SD sobre Atividades Investigativas de resolução de P.A.

Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa caracterizar-se-á como explicativa, pois para Gil (2008), esse tipo de pesquisa consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis (no caso, nas análises *a priori* e *a posteriori*), em condições conhecidas e acompanhadas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto, identificando os fatores que contribuíram para a criação e utilização de aplicativos nas aulas de matemática pelos sujeitos da pesquisa na ocorrência da aprendizagem a partir da utilização da Teoria da Instrumentalização Didática, investigando a interação sujeito, instrumento e objeto, proposta por Rabardel (1995).

Nesta etapa foi discutido os principais colaboradores que serviram de fundamentação teórica e base para o estudo deste trabalho, destacando a relação do objeto de pesquisa com as TD's e a estruturação da Sequência Didática tendo em vista a experimentação. O *App Inventor 2* foi apresentado como ferramenta tecnológica e instrumento educacional.

3.1 A plataforma *App Inventor 2*

O *App Inventor 2* é uma plataforma *on line*, para criação de aplicativos para *smartphones* e *tablets* que possuam o sistema operacional *Android*. É possível acessar esse *software* a partir de qualquer navegador (como *Internet Explorer*, *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, entre outros), sendo o recurso é disponibilizado gratuitamente. Segundo Barbosa (2016, p.28) o *App Inventor 2* “é uma plataforma de desenvolvimento que permite pessoas com qualquer nível de experiência em programação criarem programas para o sistema operacional *Android*”. 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, que dispensam qualquer conhecimento técnico de programação, por isso acredita-se ser ideal para professores e alunos utilizarem.

A criação do *App inventor 2*, foi iniciada pela *Google* no ano de 2009 em que atualmente está sobre o controle do *Massachusetts Institute of Thecnology-MIT*, e pode ser acessada em diversos idiomas inclusive o português do Brasil. A plataforma tem uma potencialidade que desenvolve os aspectos intelectual e criativo dos discentes, onde docente e discentes irão desenvolver vários aplicativos, para um mesmo conteúdo ou para conteúdos diferentes, em que será indispensável considerar os processos didáticos para sua construção, complementados pela validação de resultados de problemas propostos em exercícios e atividades.

A ferramenta é composta por duas seções: o *designer* e o blocos, cada uma com uma função específica.

O *designer* é a tela inicial de um projeto. É nessa tela que será desenhado seu aplicativo, escolhendo a posição dos botões e imagens, inserindo fotos, e outros componentes disponíveis para a construção de um aplicativo, sendo dividido em quatro colunas. Os blocos são onde ocorrem a programação dos comandos do aplicativo, há blocos que manipulam comandos de matemática, lógica e textos. Com isso, acredita-se que aulas e atividades experimentais podem ser propostas a partir de qualquer metodologia de ensino com culminância da construção de aplicativos, como no caso em estudo, é a Resolução de Problemas.

3.2 A Teoria da Gênese Instrumental

Atualmente, a tecnologia tem-se apresentado como o principal fator de progresso e de desenvolvimento. No paradigma vigente, as TIC's tem sido assumida como um bem social e, juntamente com a ciência, é o meio para a agregação de valores aos mais diversos produtos. É verídico que a matemática faz parte do cotidiano dos indivíduos, seja de maneira individual ou social. Assim, ensina-la requer compreender a realidade social, econômica e tecnológica, conseqüentemente buscar metodologias alternativas que enfatizem a construção do conhecimento. Para atender às perspectivas tecnológicas ligadas à escolarização, faz-se necessário um olhar que permita identificar os elementos que contribuem para a utilização de recursos tecnológicos como mediadores da aprendizagem.

A Gênese Instrumental é um processo que busca a integração entre as características do artefato (potencialidades e limitações) e as atividades do sujeito. Este processo ocorre em duas

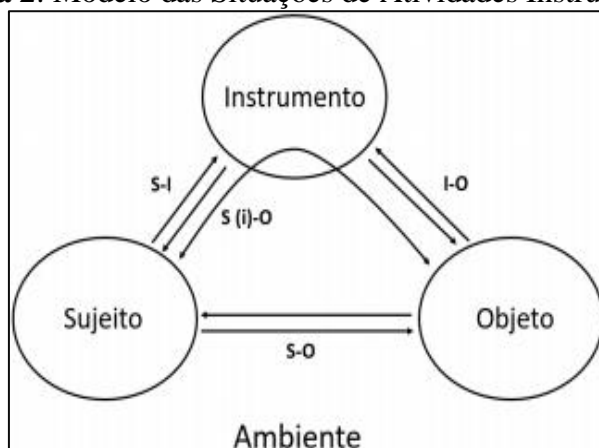
direções: na direção interna, do próprio sujeito, denominada Instrumentação, e na direção externa, do artefato, denominada Instrumentalização. (RABARDEL, 1995). A Instrumentação, está voltada para o sujeito, para resolver um determinado problema de acordo com o artefato mediante o desenvolvimento de esquemas mentais (numa perspectiva de Vergnaud), e a Instrumentalização, orientada para o artefato, em que o sujeito modifica, o artefato de acordo com suas necessidades.

O instrumento está associado ao conjunto de esquemas mentais interligados às ações procedimentais de manipulação do artefato, seja ele material ou imaterial que permita a formalização de conceitos e construções de significados (RABARDEL, 1995), em que o sujeito não tem o domínio das ferramentas, que para realizar este trabalho chamou-se de recursos digitais (plataformas *online*, *softwares*, etc.), assim, o designasse qualquer recurso tecnológico como artefato. O esquema abaixo representa o modelo SAI (Situações de Atividades Instrumentais), no qual apresenta relações entre o sujeito e o objeto, mediada pelo instrumento.

O autor apresenta o modelo SAI, com relações entre o sujeito e o objeto, dando-se pelo instrumento, apresentando três aspectos representados por: Sujeito (S), usuário, operador, empregado, etc.; Objeto (O), ao qual a ação de usar o instrumento é coordenado, portanto a matéria, etc.; Instrumento (I), ferramenta, máquina, sistema, entre outros.

Como representado na figura 2 a seguir:

Figura 2: Modelo das Situações de Atividades Instrumentais



Fonte: (SILVA, 2017, p. 125)

Diante disso, nessa pesquisa, adotou-se como sujeito (S) alunos do 1º ano do ensino médio, Instrumento (I) plataforma do *App Inventor 2*, e objeto (O) problemas que trata de P.A. Com isso, as atividades aconteceram com base da descrição de Rabardel (1995) que situa as

articulações nas atividades Instrumentais: a Instrumentalização é a articulação entre sujeito e objeto mediada pelo Instrumento (S(i)-O), como também Instrumento e objeto (I-O), enquanto a Instrumentação é a relação entre sujeito- Instrumento (S-I).

3.3 Resolução de Problemas

Em 1980, quando o *National Council of Teachers of Mathematics* — NCTM —, dos Estados Unidos, apresentou recomendações para o ensino de Matemática no documento “Agenda para Ação”, em que destaca-se a RP como foco do ensino da Matemática, e impulsionou novos rumos às discussões curriculares. Desde 1995 esse processo metodológico começou a dar ênfase, na exploração da Matemática a partir dos problemas vividos no cotidiano e encontrados nas várias disciplinas. Sendo visto como um caminho para o ensino de Matemática que vem sendo discutido ao longo dos anos.

No meio acadêmico, em inúmeras pesquisas essa metodologia é veiculada como objetivo de ensino e aprendizagem nos cursos superiores e na Educação Básica, bem como é um dos principais objetivos dos professores que ensinam matemática, conforme recomendam diversos documentos curriculares. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática - PCN (BRASIL, 1999), indica-se, além de outras estratégias de ensino, o uso da mesma em sala de aula. De forma explícita, nesse documento, tal uso deve considerar a abordagem do problema como ponto de partida e não a definição matemática.

a situação-problema é o ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las. (BRASIL, 1999, p. 40).

Neste contexto, a RP passa a ser pensada como uma metodologia de ensino, como um ponto de partida e um meio de se ensinar Matemática. Porém, não tem desempenhado o seu verdadeiro papel no ensino, sendo utilizada como forma de aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos e não como forma de construção do conhecimento matemático. Os PCN destacam que:

em nossa sociedade, o conhecimento matemático é necessário em uma grande diversidade de situações, como apoio a outras áreas do conhecimento, como instrumento para lidar com situações da vida cotidiana ou, ainda, como forma de desenvolver habilidades de pensamento. (BRASIL, 2013, p. 12)

Pressupondo então, o desenvolvimento do raciocínio lógico, a capacidade de abstração, generalização, projeção, dentre outros. Sá (2013, p.17) define a RP como uma atividade relativa à vida, pois diariamente passa-se por situações novas e que as soluções não são facilmente encontradas.

Nesta mesma perspectiva, a RP é uma metodologia de ensino de Matemática que propicia a variabilidade de saberes no sentido de buscar respostas para algo que se pretende conhecer. Na busca pelo resultado, o discente aprende a montar estratégias, raciocinar logicamente e analisar a validade de sua estratégia, o que colabora para o amadurecimento das estruturas cognitivas.

Na visão do autor a Resolução de Problemas, compreende três perspectivas: como **objetivo**, **processo** ou **ponto de partida**.

- **Como objetivo:**

Como objetivo, significa que deve-se ensinar a matemática para resolver problemas; onde o discente constrói um campo de conceitos que tomam sentido num campo de problemas, articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações.

Corresponde por ser o ensino em que as etapas/fases do processo da RP são apresentadas aos alunos, sendo levados a identificar a situação como um problema que exige o pensar e não simplesmente direcioná-los a seguir uma condição prescritiva. Fazendo-se importante que na abordagem como objetivo os alunos sejam direcionados a entender as trajetórias das formalizações matemáticas, favorecendo o ato de abstrair, inventar e provar.

- **Como processo:**

Nesta concepção entra o Absolutismo no qual a RP é o meio de desenvolver as estratégias e os processos matemáticos bem como o meio de descobrir as verdades e estruturas da matemática. Os discentes são guiados pelo docente para resolverem os problemas, implícitos ou explícitos, em ambientes cuidadosamente escolhidos; espera-se que o conhecimento surja da experiência dos alunos, tendo o professor o papel de condutor e facilitador progressista.

Essa metodologia como processo, significa olhar para o desempenho dos alunos como solucionadores de problemas. Analisando as estratégias dos discentes; onde desenvolvimento do ensino está centrado na proposição de estratégias de solução.

- **Como ponto de partida:**

Nesta perspectiva os problemas são usados como recurso pedagógico para iniciar o processo de construção de um conhecimento. O desenvolvimento do ensino tem início pela apresentação de um problema que permitirá desenvolver-se o processo de ensino aprendizagem na sistematização de conhecimentos matemáticos previamente determinados pelo professor.

A partir disso, as ações seguintes permitem aos alunos resolverem o problema por meio de suas estratégias, de discutir as estratégias de resoluções apresentadas pelos alunos e, por fim, de articular as estratégias de resoluções dos alunos aos conteúdos que se quer ensinar.

Neste contexto a sequência didática deste trabalho elencou a Resolução de Problemas como ponto de partida. Os alunos partiram do problema para assim compreender os conceitos matemáticos, compreendendo a Matemática como uma ciência, de fato, que tem caráter de investigação, que é um conhecimento historicamente em construção e não somente construído.

Assim o problema pode ser utilizado nos três tipos de concepções da RP. É importante ressaltar que não existe nenhum tipo de hierarquia entre essas interpretações. Esses processos ajudam na construção de um conhecimento específico em que os alunos terão oportunidade de ampliar sua compreensão acerca de conceitos e procedimentos matemáticos, e desenvolver sua autoconfiança.

Segundo os PCN's de matemática (BRASIL, 1999), a RP permite aos discentes mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerir as informações que estão a seu alcance. Sendo assim, é de suma importância que os docentes aprendam como trabalhar esta metodologia, a fim de desenvolver nos discentes a capacidade de resolver situações desafiadoras, interagir entre os pares, desenvolver a comunicação, a criatividade e o senso crítico.

Dante (1998), afirma que embora essa metodologia seja tão valorizada, é uma das mais difíceis de serem trabalhadas, sendo muito comum os discentes saberem efetuar os cálculos com algoritmos e não conseguirem resolver um problema que envolva uma ou mais operações. Isso se deve à maneira com que os problemas matemáticos são trabalhados em sala e apresentados nos livros didáticos, muitas vezes apenas como exercícios de fixação dos conteúdos trabalhados, sendo incorporada como um item isolado, como aplicação da aprendizagem, a partir de listagens de problemas cuja resolução depende basicamente da escolha de técnicas ou formas de resolução conhecidas pelos alunos.

Polya (1978), retrata que as fases a serem seguidas na resolução de um problema são: compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e retrospecto.

Segundo Sá e Fossa (2008), os problemas podem ser caracterizados como aritméticos e algébricos, porém antes analisar as características de cada tipo, veremos que quando envolve adição e subtração os problemas são chamados aditivos. Isso consiste em três categorias sendo elas:

- **Combinação:** são os que envolvem relações estáticas entre quantidades, e são indagados sobre o total ou sobre uma das parcelas.
- **Transformação:** problemas que descrevem o crescimento ou decréscimo sobre uma parcela inicial, resultando numa parcela final.
- **Comparação:** onde envolvem relações estáticas de comparação entre quantidades.

Visto que os problemas do tipo combinação, mudança e comparação apresentam graus de dificuldades diferentes dentro de cada grupo e entre eles, na combinação, os que perguntam sobre o total são mais fáceis em relação aos que perguntam sobre uma das partes; os do tipo transformação, os que é desconhecida a quantidade inicial e conhecidos o resultado são mais difíceis que os demais do mesmo grupo; e por fim os do tipo comparação, que o referente é desconhecido são mais difíceis que os demais do mesmo grupo.

Os autores ainda subdividem os problemas envolvendo uma das 4 operações em dois grupos distintos onde o 1º Grupo – estão os que a pergunta está isolada num dos membros da igualdade, após sua modelação (tradução dos dados para linguagem simbólica). Nesses problemas, normalmente, a igualdade é utilizada para indicar o resultado da operação realizada, para representar transformações ou resultados. O 2º Grupo – Por sua vez são os que a pergunta não está isolada em um dos dois membros da igualdade após sua modelagem. Nesses problemas, a igualdade é utilizada para indicar equilíbrio.

Com isso podemos afirmar que, nas resoluções dos problemas do 1º tipo, as propriedades aditivas e multiplicativas da igualdade não são usadas, enquanto que nos do 2º tipo essas propriedades são utilizadas.

Neste sentido Sá e Fossa (2008) definem os problemas como:

- **Problema Aritmético**

São aqueles que sua resolução operacional, não são utilizadas de maneira implícita ou explícita propriedades da igualdade. E podem ser divididos em: aritmético simples sendo os envolve uma operação na sua resolução. E aritmético combinado que no seu processo de

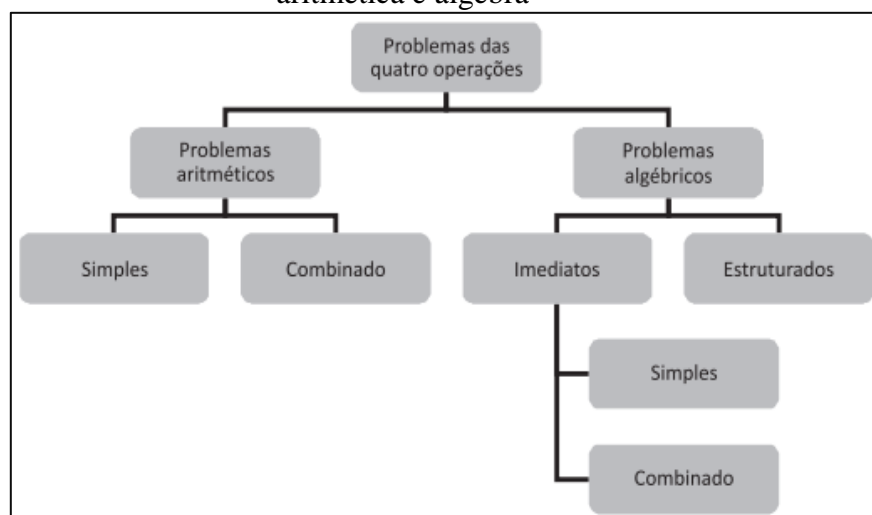
solução conta com duas ou mais operações ou até mesmo repetição de uma mesma já utilizada anteriormente.

- **Problema algébrico**

É aquele que, na sua resolução operacional, é usado de maneira explícita ou implícita propriedades da igualdade. Podendo ser dos seguintes tipos: algébrico imediato simples: são aqueles em que, na sua resposta operacional, é usada, apenas, uma operação sem o uso explícito de uma variável ou incógnita. Algébrico imediato combinado: onde na sua solução operacional, é efetuada mais de uma operação sem o uso explícito de incógnita ou quando pode ser decomposto em Problemas aritméticos simples e algébricos imediatos. Já o algébrico estruturado: é aquele que, na sua resolução operacional, é necessário o uso de variáveis ou incógnitas, para que fique explícita cada etapa. Na SD que compõem esse trabalho, os problemas abordados foram algébricos estruturados, por se tratar do assunto matemático de P.A que trabalha com mais de uma operação e variável.

Os Problemas envolvendo as operações fundamentais da aritmética e da álgebra podem ser visualizados através do esquema abaixo (figura 3).

Figura 3: Visualização das divisões envolvendo as 4 operações fundamentais da aritmética e álgebra



Fonte: Sá e Fossa (SÁ E FOSSA, 2008, p. 272)

Sobre a luz das distinções entre problemas aritméticos e algébricos aqui apresentados, foi visto que muitos dos problemas que são normalmente considerados como problemas aritméticos são, na realidade, problemas algébricos imediatos. Essa constatação pode deixar a impressão de que é preciso deixar de propor os problemas algébricos envolvendo as operações,

o que não é verdade. Na concepção de Polya (1977), o que se faz necessário é incentivar a compreensão do mesmo:

- **Compreensão do problema**

Na fase, o resolvidor procura esclarecer as informações e as condições apresentadas no problema e busca compreender a essência da pergunta, viabilizando encontrar uma solução, essa fase foi subdividida em familiarização e aperfeiçoamento da compreensão.

- **Estabelecimento de um plano**

Neste momento o resolvidor deve procurar uma conexão entre os dados do problema e a pergunta que se pretende responder com o intuito de construir um caminho que leva a solução do problema.

- **Execução do plano**

Essa fase o resolvidor deve executar o plano para encontrar a solução do problema, analisando cada passo dado.

- **Retrospecto**

Na fase o resolvidor deve verificar se a solução que obteve satisfaz as condições e a pergunta do enunciado.

Nessa interpretação, é recomendável que o professor utilize de situações que permitam vários caminhos para se alcançar à solução. A RP tem assumido diferentes papéis que dependem da concepção que lhe é proposta.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica-SAEB, principalmente a Prova Brasil, são estruturados com foco na Resolução de Problemas, o que tem desafiado professores, escolas e o sistema de educação brasileiro, mas será que tem desafiado os alunos? São muitas as falas direcionadas aos resultados nada positivos dos estudantes.

Os indicadores apontam que a falta de contextualização das questões e a omissão da RP, demonstram a fragilidade do ensino de matemática em nossas escolas. De acordo com George Polya (1978), os problemas matemáticos apresentam uma análise singular, já que a mesma requer habilidades com as quais se adquire conhecimentos específicos que fazem o sujeito encontrar solução para todo e qualquer problema ao qual se dedique a resolver.

É válido ressaltar que existe diferenças entre problema e exercício. O primeiro exige uma certa dose de iniciativa e criatividade, aliada a estratégias. Um bom problema deve ser formulado, real, interessante, desconhecido, não possuir uma aplicação evidente e direta de uma ou mais operações aritméticas e ter um nível adequado de dificuldade. Já no segundo o discente não precisa decidir qual procedimento será utilizado para solucionar a questão, o exercício serve somente para exercitar.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a RP é uma metodologia centrada no aluno, em que o professor atua como mediador na construção de conhecimento. Vale ressaltar que classificar uma questão como problema não está associada a aplicabilidade do assunto, nem é generalizadamente problema a todos, pois, o que é problema para um, pode não ser para outro indivíduo, assim, o domínio ou o conhecimento de certo tipo de questão retira a característica da pergunta como problema.

Assim, a RP torna-se uma forma de planejamento do professor para favorecer sua prática em sala, como uma construção de novos significados a serem assimilados pelos discentes sobre este saber.

Neste trabalho a RP foi abordada como ponto de partida por meio de Problemas algébrico estruturado de P.A. Em que os alunos partiram do problema para assim compreender os conceitos matemáticos, e esses processos foram analisados sobre a luz das teorias de Sá (2013), Dante (1998), Polya (1978).

3.4 Sequência Didática (SD)

No ensino de matemática, percebe-se que o uso de “fórmulas” ocorre muitas vezes de maneira expositiva ou demonstrativa, porém na SD o que se propõe baseia-se no método da descoberta (SÁ, 1999).

Ao observar que a realidade social em que estão inseridos a maioria dos estudantes, evidenciados pelos percentuais apresentados e as descritas nas subseções iniciais deste, sob o ponto de vista matemático, elaboramos uma SD sobre os tipos e maneiras de articular as atividades, que segundo Zabala (1998), são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade das propostas didáticas; sob o ponto de vista tecnológico e da RP.

Assim, foram propostas um total de três atividades obedecendo o grau de dificuldade de cada uma que propõem de maneira intuitiva a definição de P.A, à qual foi formalizada durante a Resolução dos Problemas de cada atividade proposta. É importante ressaltar que as

ferramentas do *App Inventor 2* eram novas pra eles até a oferta do curso de nivelamento, onde segundo Silva (2019) 86,6% dos envolvidos não possuíam conhecimento algum sobre programação.

Para compreender melhor a SD apresentou-se uma visão detalhada das atividades aplicadas na segunda etapa, no próximo capítulo. Na qual foram elaboradas atividades em que os estudantes pudessem estar explorando e manipulando ferramentas e recursos da plataforma *App Inventor 2*.

4. EXPERIMENTO E ANÁLISE

Nesta seção caracteriza-se o *locus*, os sujeitos e o desenvolvimento do experimento, seguidos da análise das atividades segundo o quadro teórico e a metodologia da pesquisa.

4.1 A escola (o *locus*)

O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - *Campus* São João dos Patos (IFMA), sendo instalado no município de São João dos Patos no ano de 2010, atualmente contando com 33 técnicos e 57 professores atuando em prol do desenvolvimento da tríade Ensino, Pesquisa e Extensão, tendo a finalidade de atender a região do médio sertão maranhense.

O IFMA - *Campus* São João dos Patos funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno oferecendo educação profissional integrada ao Ensino Médio, Educação Profissional para Jovens e Adultos (PROEJA), Graduações (Bacharelado e Licenciatura), Especialização, cursos técnicos e licenciatura em Matemática na modalidade a Distância, contabilizando um total de aproximadamente 700 discentes (De acordo com a Plataforma Nilo Peçanha, 2019).

Os alunos atendidos na sua maioria pelo *Campus* são oriundos principalmente das cidades de Pastos Bons, Paraibano, Sucupira do Riachão, Nova Iorque e a própria sede da cidade.

No campo da pesquisa, o *campus* tem em plenas atividades em desenvolvimento sete (7) grupos de pesquisas cadastrados junto ao IFMA e CNPQ, e que tem desenvolvido atividades de pesquisas no ensino médio e superior atendendo a todos os eixos de atuação do *campus*: Informação e Comunicação, Gestão de Negócios, Produção Industrial e Produção Alimentícia. Nesse sentido, nossa pesquisa está relacionada diretamente com o GPTeDE - Grupo de Pesquisa em TD no Ensino, onde herdamos nosso orientador, o Prof. Me. Renato Darcio Noletto Silva, líder.

4.2 Sujeitos

Na fase de Instrumentalização do curso participaram trinta alunos do 1º ano do Ensino Médio, participantes do curso de extensão “Aplicativos matemáticos para *smartphones*: construindo e aprendendo, aprovado via Edital IFMA nº 002/2019. Dos concluintes da primeira

fase, tomou-se dez aprovados para a aplicação da Sequência Didática, dos quais houveram duas desistências iniciais, e oito permaneceram até a conclusão. Para preservar a identidade dos participantes, descreveu-se em códigos (Quadro 1) e selecionou aleatoriamente por meio de sorteio três alunos para descrever os resultados do experimento, tal método de escolha da amostra justificou-se, pela proximidade dos resultados entre eles, o que não representou perdas significativas das produções não detalhadas.

Quadro 1: Codificação da identificação dos estudantes

Ordem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Discentes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

Fonte: Autor (2019)

Além dos estudantes, participaram quatro alunos do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação do Maranhão, sendo estes os responsáveis pelo curso de nivelamento e também contribuindo com a gravação de vídeos, fotos, áudios e entrevistas.

No experimento, as atividades tratavam de conteúdos que os discentes ainda não tinham conhecimento, pois não haviam estudado sobre Progressões Aritméticas; as atividades foram realizadas no laboratório de informática com o uso de um computador por aluno.

Para a construção dos aplicativos, foi realizado um recorte, des forma a priorizar três atividades que abordam cálculo de relações de sequências, termo geral, razão, soma dos termos de Progressão Aritmética, onde o número de atividades fora organizado conforme os objetivos elaborados, o nível de dificuldade e a complexidade das construções.

4.3 Curso de Instrumentação e Instrumentalização

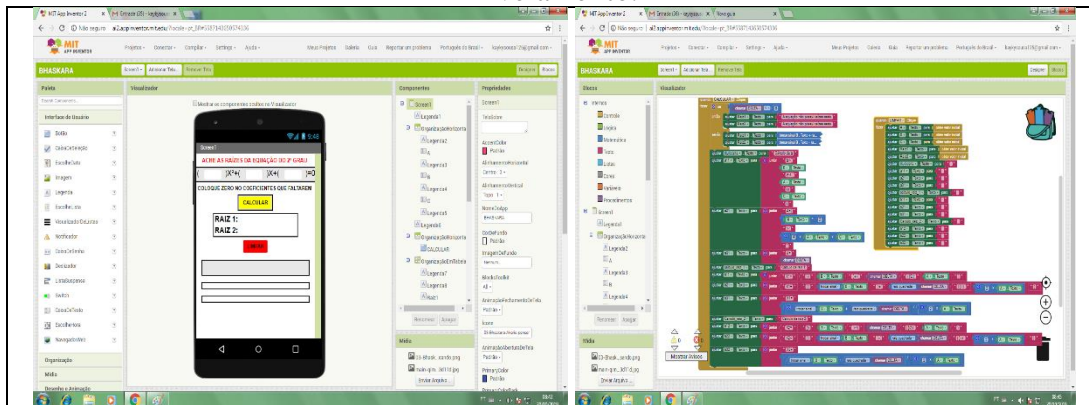
A pesquisa em destaque é de natureza qualitativa de cunho exploratório, de acordo com Gil (2008, p. 27), “as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para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

Foi ofertado no primeiro momento um curso de Instrumentação e Instrumentalização de 42 horas, compreendido num período de cinco meses, distribuído em encontros semanais de 3h, subdividido em dois momentos: a) Instrumentação e Instrumentalização (RABARDEL, 1995) em sete encontros; b) Sequência Didática com atividades de construção de aplicativos para o ensino de matemática (de onde, parte, compõe este TCC), abordando os seguintes conteúdos: - Funções polinomiais do 1º grau; - Funções polinomiais do 2º grau; - Progressões aritméticas (nosso objeto de pesquisa);

O mediador propôs a exploração da plataforma *App Inventor 2* e a utilização das ferramentas para a construção de aplicativos simples e propostos no trabalho de Alves e Pereira (2016): calculadora simples, calculadora de juros, área a volume de pirâmides, jogos. Os cursistas coletiva ou individualmente, dirigidos ou ajudados pelo orientador instalaram e testaram todos os aplicativos construídos e criados.

Os registros foram realizados com fichas de atividades (Apêndices B, C, D), e gravações realizadas da tela do computador no momento das construções, como mostra a figura 4:

Figura 4: Aplicativo de função quadrática desenvolvido pelos alunos durante nivelamento.



Fonte: Curso de Instrumentalização (2019)

A construção representou o desenvolvimento dos discentes no período da Instrumentalização, onde o aluno buscou a integração entre as características do artefato a partir de suas limitações e potencialidades das atividades realizadas pelo sujeito. O aplicativo criado para calcular as raízes da equação do 2º grau, em que a tela permite a entrada de três variáveis, para assim disponibilizar as duas raízes. Neste momento, os estudantes já demonstram domínio sobre as ferramentas do artefato (plataforma) utilizado, que por sua vez evoluído para o *status* de instrumento, uma vez que se verifica nitidamente a reorganização e modificação dos esquemas de utilização do recurso pelos alunos, de acordo com Rabardel (1995).

Em seguida as sequências de atividades matemáticas (21h), foi desenvolvida pelos concluintes do curso Licenciatura em Matemática (3) como experimento do TCC, incluindo este. A turma de 30 discentes foi dividida em três grupos, em que cada grupo de 10 alunos realizou um conjunto de atividades (SD), então compondo o presente trabalho de conclusão de curso. Neste trabalho foram descritas as atividades sobre P.A, abordadas por meio da RP, com dez horas de atividades presenciais e doze horas de atividades complementares à distância.

Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa caracterizar-se-ou como explicativa, pois para Gil (2008), esse tipo de pesquisa consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto, pois terá como importância identificar fatores que contribuem para a criação e utilização de aplicativos nas aulas de matemática pelos sujeitos da pesquisa.

4.4 Descrição do Experimento

As atividades propostas nesta subseção foi estruturada em fichas de atividades (Apêndices B, C, D), que por conseguinte, constitui-se sobre a luz da RP envolvendo P.A, especificamente problemas algébricos estruturados como ponto de partida em que segundo Sá (2009), o objetivo é partindo de um problema culminar numa sistematização de conceitos e operações da matemática, em que, na sua resolução operacional, é necessário o uso de variáveis ou incógnitas, para que fique explícita cada etapa, para assim se chegar na generalização da relação existente entre tais elementos, de acordo com o objetivo específico proposto.

Cada objetivo fora elaborado de acordo com competências e habilidades previstas em prescrições literárias previstas nas avaliações externas nacionais.

A BNCC (BRASIL, 2017, p. 110) trata da importância de se trabalhar com Resolução de Problemas para identificar e associar sequências numéricas (P.A) a funções afins de domínios discretos para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e RP.

Outro aspecto considerado na etapa, é a utilização de um aplicativo criado pelos discentes, disponibilizado para a RP, além da observação das análises preliminares deste estudo e nas atividades seguintes. Com o foco na proposição de problema contextualizado, o estudante deverá construir um aplicativo que a resolva. Sendo a criação de aplicativos destacada na BNCC (BRASIL, 2017, p. 124) devendo-se “Planejar e executar ações envolvendo a criação e a utilização de aplicativos, jogos (digitais ou não), planilhas para o controle de orçamento

familiar, simuladores de cálculos de juros compostos, dentre outros, para aplicar conceitos matemáticos e tomar decisões”.

Na construção de cada aplicativo foi observado o desenvolvimento de esquemas na utilização da ferramenta *App Inventor 2* à luz da Teoria da Instrumentalização de Rabardel (1995) e como os estudantes aprendem sobre Progressão Aritmética – P.A, utilizando como metodologia a RP.

Os tópicos de conteúdos abordados foram selecionados priorizando a relação entre elementos da Sequência, Termo Geral de uma P.A, Razão de uma P.A e Soma dos Termos de uma P.A (Quadro 2).

Quadro 2: Resumo dos aplicativos criados na SD

Atividade	Conteúdo	Produto Educacional
Calculadora de elementos de uma sequência.	Sequência numérica.	C calculadora digital
Calculadora para encontrar o termo geral e razão da P.A.	Calcula o termo geral de uma P.A.	Calculadora digital
Calculadora para encontrar a soma dos termos de uma P.A.	Calcula a soma dos termos qualquer de uma P.A.	Calculadora digital janela dupla

Fonte: Atividade escrita - (2019)

Para o desenvolvimento da Sequência Didática foram necessárias duas etapas: o curso de Instrumentação e Instrumentalização dos discentes quanto ao uso da plataforma *App Inventor 2* e as atividades seguida da Construção de aplicativos (Quadro 2). As atividades experimentais com o uso e construção dos aplicativos foram sequenciadas em observância às questões.

Seguindo, apresenta-se as atividades com suas respectivas análises *a priori* e *a posteriori*.

4.4.1 Análise dos Resultados

Nesta parte da pesquisa, expõe-se as análises *a priori* e *a posteriori* das atividades da SD conforme mencionada na metodologia, objetivando-se perceber e compreender os processos da Resolução de Problemas como metodologia na construção de aplicativos para *smartphones* com a Plataforma *App Inventor 2* e suas contribuições para o aprendizado de Progressões Aritméticas a partir de uma oficina para alunos do 1º ano do Ensino Médio.

4.4.1.1 Primeiro encontro

Essa SD foi realizada com a utilização de materiais concretos como: palitos de fósforos, que foram necessários para trabalhar problemas relacionados ao conteúdo de Sequência Numérica, sendo indispensável referindo-se as P.A's. Segundo Polya (1978), os problemas matemáticos requerem habilidades com as quais se adquirem conhecimentos específicos que fazem o sujeito encontrar solução para todo e qualquer problema que almeja-se resolver, assim com materiais concretos o discente visualiza a resolução, de uma forma mais expressiva.

Análise a priori

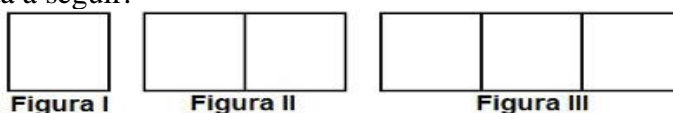
O objetivo desta atividade é que os alunos interpretem os Problemas de Sequência Numérica, como forma introdutória a P.A, sendo instigados a descobrir a $(a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_{n-1}, a_n)$ por meio da estrutura $a_{n+1} = a_n + r$, onde essa fórmula não foi disponibilizada, e os discentes tiveram que descobri-lá intuitivamente nos problemas propostos, e assim utilizarem para produzir os aplicativos na programação dos blocos. Atentou-se para os esquemas de utilização como forma de observação quanto à apropriação desses esquemas no processo de interação dos alunos com o artefato, a partir da utilização das ferramentas do *App Inventor 2* na construção dos aplicativos, transpondo os conceitos matemáticos para a linguagem digital durante a criação.

Acredita-se que os alunos possam desenvolver uma proposta que resolva os Problemas apresentados, já que o curso de nivelamento previa como objetivo tais orientações.

Segue abaixo (Quadro 3) o 1º e o 2º problemas da ficha de atividade (Apêndice B), que atende, assim, aos requisitos previstos na matriz de elaboração do ENEM atendendo a H21 – “Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos”.

Quadro 3: Problemas da SD I.

- 1) (ENEM, 2010) Uma professora realizou uma atividade com seus alunos utilizando canudos de refrigerante para montar figuras, onde cada lado foi representado por um canudo. A quantidade de canudos (C) de cada figura depende da quantidade de quadrados (Q) que formam cada figura. A estrutura de formação das figuras está representada a seguir:



Que expressão fornece a quantidade de canudos em função da quantidade de quadrados de cada figura?

- a) $C = 4Q$
 b) $C = 3Q + 1$
 c) $C = 4Q - 1$
 d) $C = Q + 3$
 e) $C = 4Q - 2$

- 2) (MODIFICADA) Uma criança está brincando de fazer quadrados com palitos de fósforo como mostra o desenho:



- a) Que expressão fornece a quantidade de quadrados que será realizado com 250 palitos?
 b) Quantos palitos são necessários para fazer 100 quadrados?

Fonte: Ficha de atividades (2019)

Análise a posteriori

Escolheu-se ao acaso a ficha de atividades da aluna C (Figura 5) para descrever e analisar em toda a atividade.

Figura 5: Cálculo manual da 1º e 2º Problema – do quadro atividade (Aluna C)

1) Figura 1 — 4 palitos $f(1) = 4$ $f(x) = 4 + 3 \cdot (Q - 1)$
 Figura 2 — 7 $f(2) = 7$ $= 4 + 3Q - 3$ → padrão
 Figura 3 — 10 $f(3) = 10$ $= 3Q + 1$
 $F = (4, 7, 10, \dots)$
 a) cada figura
 acrescenta 3 palitos
 e para completar os
 quadrados precisa de +1
 $f(x) = 3Q + 1$
 2) $3 \cdot 4 + 1 = 13$ palitos
 b) $f(x) = \frac{1}{3}(4) + \frac{1}{3} \cdot (Q - 1)$

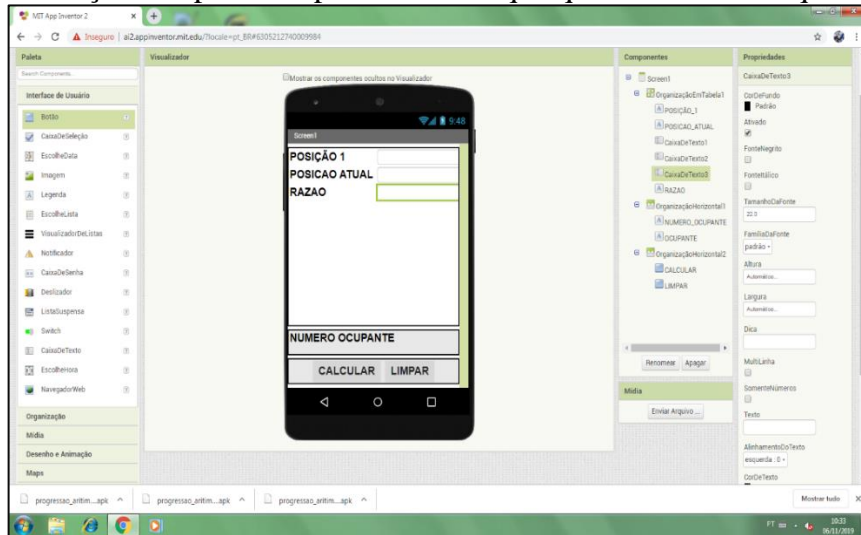
Fonte: Atividade escrita-ficha de atividades (2019)

A aluna C utilizou princípios da lógica básica para a programação em blocos: programou o a_n que pela aluno ficou denominado por $f(x)$ em relação a $a_1 + (n - 1) \cdot r$, que chamou a_1 de F_1 , r de padrão e n de Q . Orientações repassadas no curso de Instrumentação. Para isso, utilizou-se três caixas de texto ao invés de uma legenda e duas caixas de texto, dessa forma, ao

digitar qualquer dos valores o segundo valor será encontrado. Tal escolha, foi iniciativa da estudante.

Vejamos na figura 5 a estrutura criada pela aprendiz.

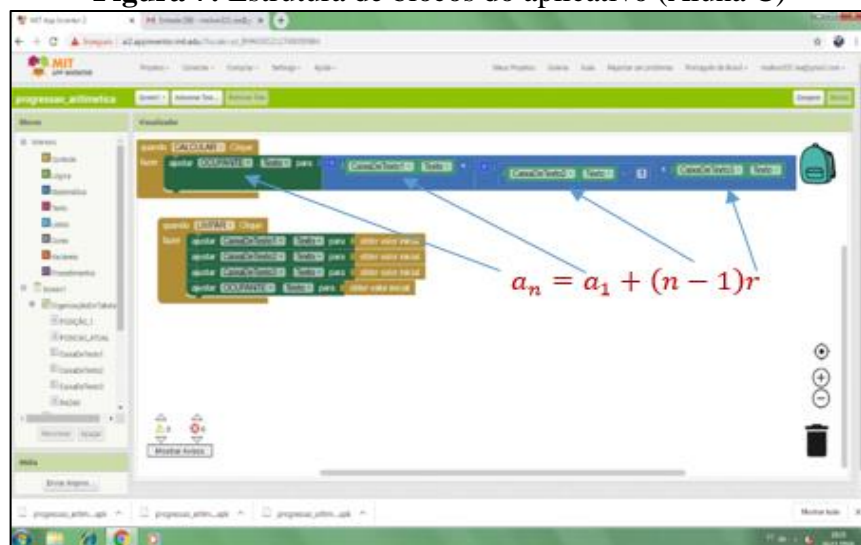
Figura 6: Construção do aplicativo para o cálculo qualquer número da sequência (Aluna C)



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

Pela produção da aluna C, se o usuário digita os valores que se pede na caixa de texto, o valor do a_n será calculado. Como mostra os blocos que o aluna C utilizou para programar.

Figura 7: Estrutura de blocos do aplicativo (Aluna C)



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

Nesta atividade, trabalhou-se com oito alunos do 1º ano do ensino médio, do Instituto Federal do Maranhão - IFMA, para tal, fora realizada uma SD sobre Sequência Numérica. No

desenvolvimento da mesma, não houveram dificuldades registradas em relação ao conteúdo e todos conseguiram alcançar o esperado na análise *a priori*.

No início dessa atividade os alunos resolveram os problemas seguindo as quatro etapas, da Resolução de Problemas que são: - Compreensão do problema; - Estabelecimento de um plano; - Execução do plano; - Retrospecto (POLYA, 1978), nisto os oito discentes conseguiram resolvê-los, e então, construir o aplicativo com a função calcular ao lado do botão fechar, para isso, foram além do proposto e escreveram a função $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$, por fim conseguiram finalizar a construção de forma que possibilitasse encontrar qualquer número da sequência corretamente.

O amadurecimento das ideias ocorreu à medida em que os estudantes compreenderam o processo e personalizaram o aplicativo de acordo com as suas necessidades. Nesta etapa, é imprescindível uma leitura interpretativa dos problemas, feita pausadamente, a fim de compreender o enunciado do problema, evidenciando: qual a incógnita em questão? Quais os dados fornecidos? Onde se quer chegar?, assim como, o que o problema quer saber?

Observando que todos conseguiram resolver os problemas, seguindo as etapas da Resolução de Problemas, a mesma torna-se bastante intuitiva a percepção das contribuições positivas da metodologia empregada para os discentes no processo da construção de uma aprendizagem significativa; visto que nesta primeira atividade 100% dos discentes construíram aplicativos, mesmo que semelhantes, pois no momento que alguns estavam com dúvidas os demais ajudavam a somar a mesma, trabalhando então a coletividade.

Dos principais aspectos observados, destacam-se:

- O desenvolvimento de atitudes positivas sobre matemática, seu significado e conexão com as demandas da sociedade;
- A relação entre o objeto estudado e a utilização de tecnologias;
- As possibilidades de pesquisa e relação de temas matemáticos com assuntos ligados à realidade tecnológica dos estudantes;
- A compreensão da relação das estruturas algébricas e os blocos de programação do ambiente tecnológico utilizado.

Evidencia-se que o conteúdo proposto ainda não havia sido estudado por nenhum dos alunos envolvidos. No entanto, utilizaram as orientações do curso de instrumentalização, primordial para a conversão da linguagem matemática para linguagem de programação em blocos, na compreensão e resolutividade dos problemas propostos.

4.4.1.2 Segundo encontro

Considerando que os discentes ainda não receberam nenhuma orientação sobre o conteúdo estudado nesta SD e segundo Sá (2013, p. 08) “Resolução de Problemas é uma metodologia de ensino de Matemática que propicia a variabilidade de saberes no sentido de buscar respostas para algo que se pretende conhecer”, sendo como ponto de partida o professor deve antes de tudo acreditar que é possível, dentro de certos limites, serem resolvidos problemas sem o domínio de certas operações e conceitos matemáticos.

Tendo isso em vista e com o objetivo de analisar se os discentes, a partir da atividade anterior tinham estudado em casa o conteúdo de P.A, buscou-se pois com essa metodologia motivar os alunos a serem autores da sua aprendizagem, para isso foram propostos problemas com maior grau de aprofundamento, que foi cobrado na atividade III, no entanto não utilizaria tais na construção dos aplicativos.

Análise a priori

As atividades do segundo encontro foram elaboradas objetivando-se dá sequência a atividade anterior em que os alunos pudessem enxergar a utilização da fórmula encontrada na SD - I, para calcular o Termo Geral de uma P.A $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$ e a parte desta e encontrar Razão de uma P.A, r, a_1 , e n .

Segue abaixo (Quadro 4) o 1º, 2º e o 4º problema da ficha de atividade (Apêndices C).

Quadro 4: Problemas da SD II

1) Que número ocupa a 700ª posição na PA seguinte?

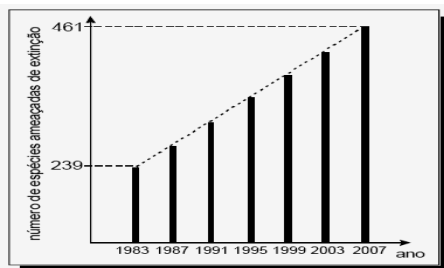
(3, 7, 11, ...)

a. 2000 b) 2700 c) 2799 d) 3000 e) 3099

2) (ADAPTADA) No dia 7 de setembro, no desfile militar, os policiais do quartel de São João dos Patos - MA, foram organizados em fileiras. Na primeira fileira havia 18 soldados, na segunda 20 soldados, na terceira 22 soldados e assim sucessivamente. Sabe-se que no total havia 480 soldados nessa cerimônia. Qual o número de fileiras de soldados que foram formadas nessa cerimônia?

a) 15 b) 16 c) 17 d) 18 e) 19

4) (ENEM, 2009) O gráfico, obtido a partir de dados do Ministério do Meio Ambiente, mostra o crescimento do número de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Se mantida, pelos próximos anos, a tendência de crescimento mostrada no gráfico, o número de espécies ameaçadas de extinção em 2011 será igual a:



Fonte: Ficha de atividades (2019)

Análise a posteriori

Abaixo foi analisado o trabalho do aluno D, **selecionado aleatoriamente via sorteio**. Analogamente a atividade anterior, e tratou cada questão.

Figura 8: Cálculo manual do Problema 1º – do quadro atividade (Aluna D)

$$j^{\circ}) \boxed{A_n = A_1 + (n-1) \cdot r} \Rightarrow \text{fórmula}$$

$$A_n = A_1 + (n-1) \cdot r$$

$$A_{700} = 3 + (700-1) \cdot 4$$

$$A_{700} = 3 + (699) \cdot 4$$

$$A_{700} = 3 + 2796$$

$$A_{700} = 2799$$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividades (2019)

Na resolução do 1º Problema, percebeu-se que os esquemas utilizados são existentes, e tornaram a tarefa mais fácil, ou seja, consolidou-se a generalização e utilizou a fórmula matemática esperada.

Na questão seguinte (Figura 9), sendo um dos problemas que trata da SD III, esperou-se que a discente tivesse uma certa dificuldade, porém conseguiu utilizar a relação entre os elementos que compõem uma fórmula para a interpretação correta do cálculo, da soma dos termos da P.A respondendo corretamente.

Figura 9: Cálculo manual do Problema 2º – do quadro atividade (Aluna D)

$$j^{\circ}) A_n = a_1 + (n-1)r$$

$$a_n = 18 + (n-1) \cdot 2$$

$$a_n = 18 + 2n - 2$$

$$a_n = 16 + 2n$$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividades (2019)

A estudante desenvolveu neste problema (figura 10) a mesma atitude que no primeiro problema ao utilizar a mesma expressão na resolução.

Figura 10: Cálculo manual do Problema 4° – do quadro atividade (Aluna D)

Handwritten work for Problem 4:

$4^{\circ})$ $20, 24, 28, 32, 36$
 $19, 23, 27, 31, 35$
 $00 \boxed{24}$

$46, 51$
 239
 1222

$24 - 27$
 2924
 4923
 0004
 $n = 292/6 \rightarrow \text{Escalões}$
 $n = 34$

$a_n = a_1 + (n-1)r$
 $a(8) = 239 + (8-1)r$
 \downarrow
 $\text{Escalões } a(8) = 239 + 7 \cdot 34$
 $a(8) = 239$
 249
 $\boxed{a(8) = 498}$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividade (2019)

A figura 11 abaixo mostra o desenvolvimento do processo de cálculo ainda valorizando demasiadamente as fórmulas, especificamente da aluna D, encontraram pra aplicar na criação como semelhantemente pensaram 90% dos alunos.

Figura 11: Cálculo manual para criação do aplicativo – do quadro atividade (Aluna D)

Handwritten work for creating the application:

$a_n = a_1 + (n-1)r$
 Calcular a razão
 $a_1 + (n-1)r = a_n$
 $(n-1)r = a_n - a_1$
 $r = \frac{a_n - a_1}{(n-1)}$

Calcular a_1
 $a_1 + (n-1)r = a_n$
 $a_1 = a_n - (n-1)r$

Calcular n
 $a_1 + (n-1)r = a_n$
 $(n-1)r = a_n - a_1$
 $n-1 = \frac{a_n - a_1}{r}$
 $n = \frac{a_n - a_1}{r} + 1$
 $n = \frac{a_n - a_1 + r}{r}$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividade (2019)


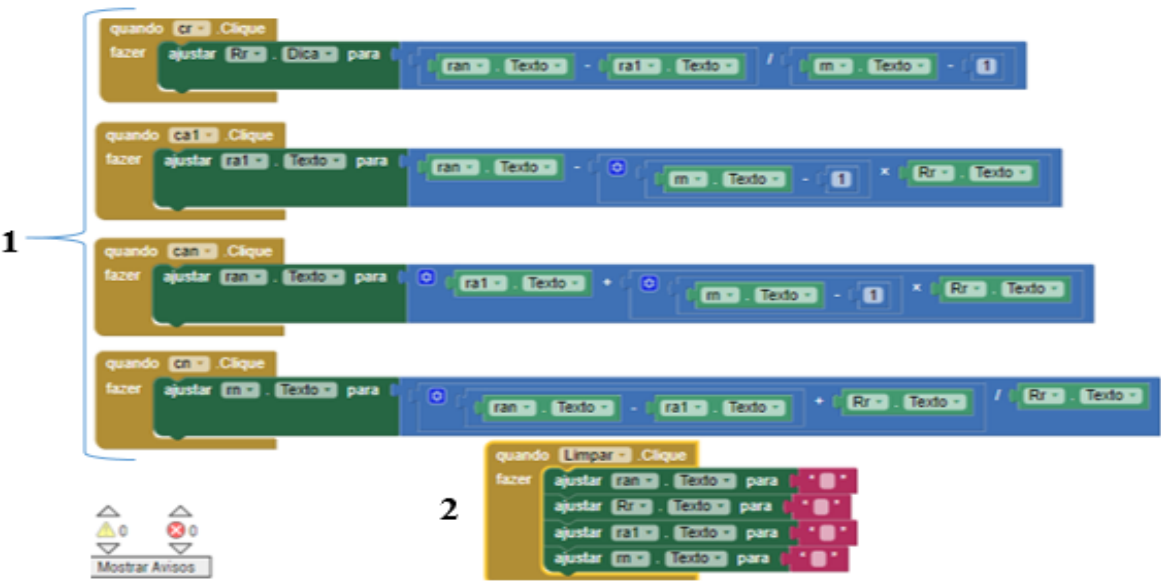
Nos registros escritos da aluna D (Figura 11), percebeu-se que a mesma utilizou uma fórmula já conhecida e mesma apenas isolou as incógnitas que tinha por finalidade encontrar,

nos problemas, fazendo assim, o uso das quatro operações matemáticas, como descreve os problemas algébricos estruturados (SÁ, 2006); procurando por estratégias de resoluções ou até mesmo construindo, fazendo conexões entre os dados e as incógnitas, selecionar fórmulas ou algoritmos que possam ajudar.

A mesma utilizou princípios da lógica básica para a programação em blocos, na qual tal escolha, foi iniciativa própria da estudante.

Veja a estrutura criada pela discente (Quadro 5):

Quadro 5: Construção do aplicativo para calcular o T. Geral e Razão de uma P.A (Aluna D)

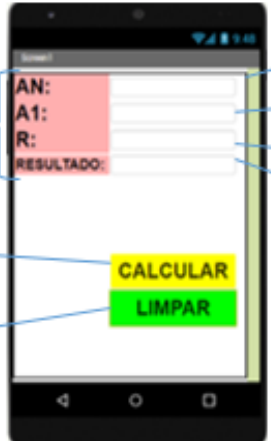

Tela	Componentes (elementos)
	<p>(A) Legenda de identificação da tela; (B) Caixa de texto: entrada de a_1; (C) Caixa de texto: entrada de n; (D) Caixa de texto: entrada de r; (E) Caixa de texto: entrada de a_n;; (F) legendas dos valores de entrada; (G) Botão calcular a_1; (H) Botão calcular n; (I) Botão calcular r; (J) Botão calcular a_n; (k) Botão limpar; (L) Botão fechar.</p>
Programação	
	<p>(1) Programação do botão calcular; (2) Programação do botão limpar.</p>

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

Após ter efetuado os cálculos manualmente, o aplicativo criado foi utilizado para a conferência dos valores encontrados, em que as questões foram coletivamente discutidas e corrigidas entre os discentes. Os próximos problemas iniciaram suas resoluções com a ajuda do aplicativo, no entanto, os estudantes foram orientados a desenvolverem as etapas de cálculo manualmente. Sendo no contexto da utilização do aplicativo, percebeu-se uma atenção diferenciada ao erro frente à cada resposta encontrada pela aluna para o cálculo do termo geral ou o cálculo da razão da P.A.

Entretanto um dos discentes não conseguiu construir o aplicativo, nem modificando na fórmula do termo geral da P.A trabalhada na SD anterior sendo a expressão $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$, o que fez-se necessário para conseguir desenvolver a sequência proposta na análise *a priori* conforme mostra o quadro 6 abaixo, do discente F, para utilizar na criação do aplicativo. Pensou da seguinte forma.

Quadro 6: Construção do aplicativo para o calcular o Termo Geral de uma P.A e Razão de uma P.A (F)

Tela	Componentes (elementos)
 <p>The screenshot shows a mobile application interface. On the left, there are labels E, F, and G. On the right, there are labels A, B, C, and D. The interface includes input fields for 'AN:', 'A1:', and 'R:', a 'RESULTADO:' field, a yellow 'CALCULAR' button, and a green 'LIMPAR' button.</p>	<p>(A) Caixa de texto: entrada de a_n; (B) Caixa de texto: entrada de a_1; (C) Caixa de texto: entrada de r; (D) Caixa de texto: resultado da operação; (E) legendas dos valores de entrada; (F) Botão calcular; (G) Botão fechar.</p>
Programação	
 <p>The code shows two event-driven blocks. Block 1 is triggered by the 'CALCULAR' button click and contains a 'ler' block with three 'ajustar' (set) blocks for 'RESULTADO' (to AN), 'A1' (to A1), and 'RAZAO' (to R). Block 2 is triggered by the 'LIMPAR' button click and contains a 'ler' block with four 'ajustar' blocks for 'AN', 'A1', 'RAZAO', and 'RESULTADO' to 'obter valor inicial'.</p>	
<p>(1) Programação do botão calcular; (2) Programação do botão limpar.</p>	

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

No final desta atividade que foi realizada com sete alunos, 85,7% dos discentes conseguiram seguir uma sequência de ações próxima da análise *a priori*, realizando a construção e respondendo aos problemas de maneira satisfatória; fazendo o aplicativo similar ou até mesmo igual ao do aluno D (quadro 5), e 14,3% não conseguiram, como mostra no quadro 6, sendo empregada a fórmula matemática de maneira errônea nos blocos de programação. No entanto, 57,14% dos estudantes conseguiram responder todos os problemas propostos, porém os 42,86% dos discentes que não responderam entre um e dois problemas que seriam trabalhados na próxima atividade, foi visto que, apresentam algum tipo de resistência no momento de resolução dos problemas, pois alguns ainda entendem o problema como algo difícil de absorver e em consequência, resolver.

Com isso não quer dizer que as atividades desenvolvidas de modo parecido com as que o professor havia trabalhado em sala não sejam importantes, na verdade são importantes e necessárias. O que deseja-se enfatizar é o fato de que se deve dar oportunidade para que os alunos resolvam problemas, buscando caminhos, conhecimentos e conceituais adequados, e tenham condições de refletir, decidir e verificar os resultados.

Neste contexto, Dante (1991, p. 11) apresenta sete objetivos que considera importante ao ensinar Resolução de Problemas: fazer o aluno pensar produtivamente; desenvolver o raciocínio; ensinar a enfrentar situações novas; dar ao aluno oportunidades de se desenvolver com as aplicações matemáticas; tornar as aulas de matemática mais interessantes e desafiadoras; equipar o aluno com estratégias para resolver problemas e dar uma boa base matemática contextualizada.

Pela produção do aluno F (Quadro 6), se o usuário digita o valor do enésimo termo da P.A, em que o primeiro e a razão na caixa de texto, não será possível encontrar o valor do termo que pretende-se, pois a fórmula, nos blocos se encontra em uma estruturação incorreta.

O mesmo necessitou de orientação individualizada, assim a compreensão ocorreu à medida em que o processo de personalização do aplicativo foi sendo modificado de acordo com as suas necessidades, fazendo um comparativo com o que se confirmou corretamente e o que estava dando erro. Após a criação do aplicativo, passaram a analisar as questões e verificando-as. Sobre os elementos matemáticos acrescidos, houve o entendimento para que apenas fossem isolando a incógnita que queria-se gerar fazendo as adequações necessárias, deixando as outras em função da mesma.

Polya (1995, p.81) afirma que: “Resolver um problema é encontrar, por meios apropriados um caminho onde nenhum é conhecido à partida, encontrar o caminho para sair de uma dificuldade, encontrar o caminho para contornar um obstáculo, atingir um fim desejado que não é imediatamente atingível”. As dificuldades encontradas mostraram que ensinar a resolver problemas matemáticos não é uma tarefa fácil, pois, abrange inúmeros conhecimentos que devem ser construídos para desafiar o raciocínio do estudante, mobilizando-o para a Resolução de Problemas e não só para a verificação dos resultados finais.

Com isso, ficou evidente que os estudantes aos poucos adquiriram familiaridade com os termos adequados para a comunicação sobre P.A, para a compreensão nas atividades propostas e como o esperado, os discentes haviam estudado os conteúdos em casa, em que apenas um aluno não conseguiu responder problemas similares, a segunda questão (quadro 6) que poderia ser resolvido por meio da fórmula da Soma dos Termos, conforme mostra o diálogo registrado do professor com a aluna D.

Professor: *“você conseguiu compreender o conteúdo de Progressão Aritmética, para responder o segundo Problema e os similares a eles?”*

Aluno D: *“e o jeito, pois tive que aprender para fazer os aplicativos, e como me interesse tanto pela matemática como pela tecnologia me reunir com os meninos e fomos estudar conteúdo fazer o aplicativo para executar corretamente os comandos em blocos”.*

Professor: *“fazendo um comparativo do que você estudou em casa, com o que você ver aqui, o que o curso agrega de novo, para você e seus colegas?”*

Aluna D: *“tipo assim eu vir só fórmulas, quando vim para cá eu vir outras questões mais contextualizadas e tive que buscar conhecimentos aqui além das fórmulas, vendo uma aplicabilidade dos conteúdos, levando a construção de aplicativos junto com a matemática.”*

Pelo que pode ser visto no diálogo, os discentes buscaram desenvolver suas habilidades matemáticas acerca dos conteúdos, para assim criar corretamente as sistematizações em blocos para determinar relações entre as grandezas numéricas e as incógnitas envolvidas, principalmente pelas tentativas de comparação, entre o cálculo executado pelo aplicativo e o cálculo manual, o que implica na necessidade de compreender matemática.

4.4.1.3 Terceiro encontro

Os problemas apresentados requeriam a utilização de todos os conteúdos vistos até o momento, sendo na aplicação da SD I, o primeiro contato dos discentes com o conteúdo de P.A.

Para a construção do aplicativo, deverá ser estruturada duas telas com caixas de entrada, legendas e botões suficientes para a programação em blocos.

Análise a priori

O objetivo da terceira e última atividade que compõem a SD, foi fazer com o que os discentes a partir dos problemas propostos na I, onde nesta foi trabalhado com sequências $a_{n+1} = a_n + r$, como forma introdutória, e na II, trabalhou-se de fato com os termos da P.A $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$, e assim pudessem descobrir (inferir) uma fórmula de calcular a soma dos termos de uma P.A $S_n = \frac{(a_1+a_n) \cdot n}{2}$, em seguida construir um aplicativo para resolver os problemas.

Quadro 7: Problemas para calcular a soma dos termos de uma P.A da SD III.

- | |
|---|
| <p>1) (PAIVA,2012) Calcule a soma dos 30 primeiros termos da P.A.
(3, 5, 7, 9, ...)</p> <p>2) (PAIVA,2012) Calcule a soma dos 20 primeiros termos da P.A.
(-15, -11, -7, -3, ...)</p> |
|---|

Fonte: Ficha de atividades-ficha de atividade (2019)

Análise a posteriori

Abaixo foram analisadas as resoluções dos Problemas (quadro 7), e a criação do aplicativo do aluno F, **selecionado aleatoriamente via sorteio**.

Os problemas atendem aos requisitos previstos na matriz de elaboração do ENEM tendo como finalidade alcançar a habilidade H10 - “Utilizar conhecimentos algébricos na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano” e com o descritor D32 - “Resolver problema e identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em sequências de números.

Para resolver os dois problemas, o aluno pensou da seguinte maneira como mostra a figura 12 a seguir.

Figura 12: Cálculo manual do Problema 2 - atividade III (Aluno F)

$$\begin{aligned}
 02 - n_{30} &= n_1 + (n-1) \cdot 2 \\
 n_{30} &= 3 + (30-1) \cdot 2 \\
 n_{30} &= 3 + 29 \cdot 2 \\
 n_{30} &= 61 // \\
 S &= (n_1 + n_{30}) \cdot (n/2) \\
 S &= (3 + 61) \cdot 30/2 \\
 S &= 64 \cdot 15 \\
 S &= 960 // \\
 \text{Aplicativo: } S &= 960 //
 \end{aligned}$$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividade (2019)

A correção visualizada na figura relatada acima foi iniciativa do aluno. No contexto da utilização do aplicativo, percebeu-se uma atenção diferenciada ao erro frente à resposta encontrada pelo mesmo na realização dos cálculos para encontrar a soma dos termos da P.A.

Para resolver o 3º problema, o aluno organizou sua resposta da seguinte maneira, se assemelhando com o raciocínio da 2º como mostra a figura 13.

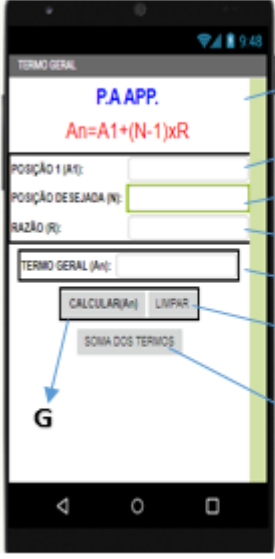
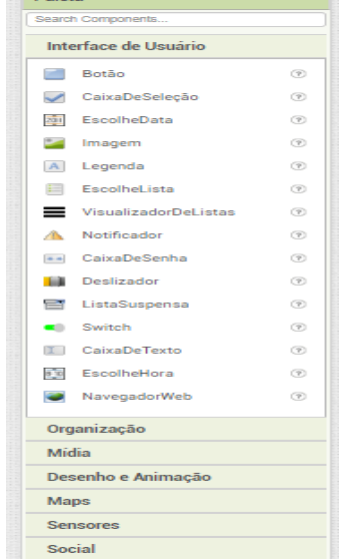
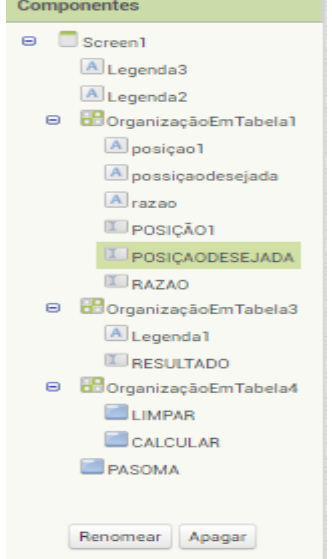
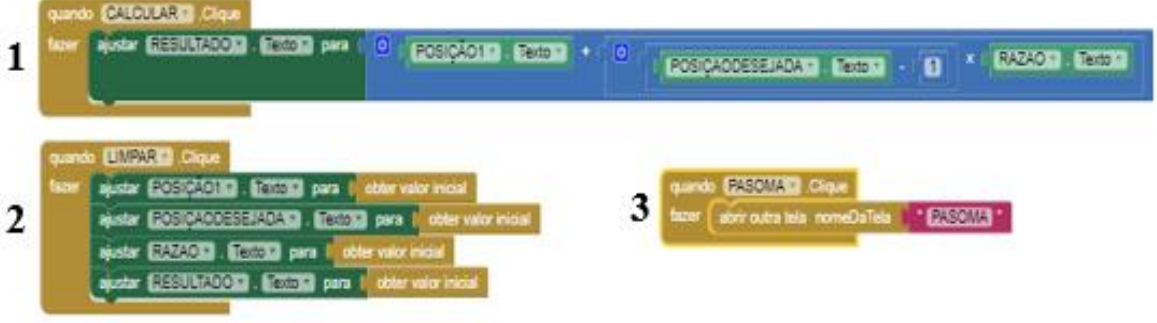
Figura 13: Cálculo manual do Problema 3 - atividade III (Aluno F)

$$\begin{aligned}
 03 - \\
 n_{20} &= n_1 + (n-1) \cdot 4 \\
 n_{20} &= (-35) + (20-1) \cdot 4 \\
 n_{20} &= (-35) + 19 \cdot 4 \\
 n_{20} &= (-35) + 76 \\
 n_{20} &= 41 // \\
 S &= (n_1 + n_{20}) \cdot (n/2) \\
 S &= (-35) + 41 \cdot 20/2 \\
 S &= 46 \cdot 10 \\
 S &= 460 //
 \end{aligned}$$

Fonte: Atividade escrita-ficha de atividade (2019)

Diante das etapas realizadas até então, considera-se que os alunos compreenderam as ideias para calcular a soma dos termos de uma P.A, assim, acompanhou-se o desenvolvimento do aplicativo como mostra o quadro 5, em que destaca a tela 1 (do aplicativo), a paleta (ferramenta da plataforma) e os instrumentos utilizados para a programação em blocos, para os cálculos do termo geral da P.A, do aplicativo construído pelo aluno analisado.

Quadro 8: Sequência de ações para a construção do aplicativo na tela 1 (Aluno F).

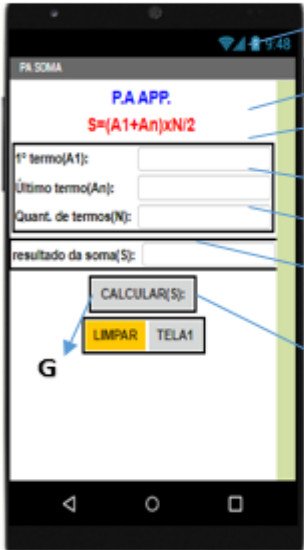
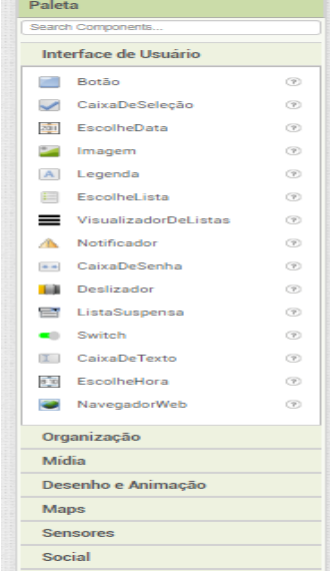
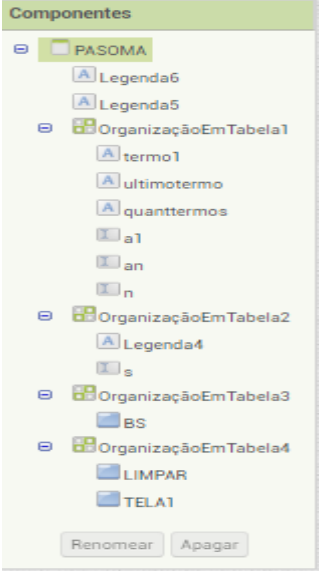
Tela 1	Ferramentas	Construção
		
Componentes (elementos)		
<p>(A) Legenda de identificação da tela;</p> <p>(B) Legenda indicativa para entrada de A_1 (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(C) Legenda indicativa para entrada de N (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(D) Legenda indicativa para entrada de N (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(E) Legenda indicativa para resultado de A_n;</p> <p>(F) Botão limpar;</p> <p>(G) Botão Calcular.</p> <p>(H) Botão para a segunda tela.</p>		
Estrutura de programação em blocos		
		
<p>(1) Programação do botão calcular;</p> <p>(2) Programação do botão limpar;</p> <p>(3) Programação do botão para a segunda tela.</p>		

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

A programação resumiu-se em variáveis, operações matemáticas, expressas das fórmulas matemáticas associadas aos blocos de programação. Observa-se no quadro acima, que para a conclusão do aplicativo, foi necessária a estruturação dos blocos de acordo com a relação entre as incógnitas. Após tal estruturação, cada discente instalou o aplicativo no celular, utilizando-se então nos cálculos dos valores desejados.

Em sua primeira tentativa, o aluno F utilizou os blocos corretos para a mudança de tela, para assim utilizar o valor encontrado na tela 1, no cálculo da tela 2, como mostra o quadro 6.

Quadro 9: Sequência de ações na construção do aplicativo na tela 2 (Aluno F).

Tela 2	Ferramentas	Construção
		
Componentes (elementos)		
<p>(A) Legenda de identificação da tela;</p> <p>(B) Legenda indicativa para entrada de A_1 (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(C) Legenda indicativa para entrada de A_n (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(D) Legenda indicativa para entrada de N (ao ser tocada, abre o teclado na tela do <i>smartphone</i> e permite entrada de valores);</p> <p>(E) Legenda indicativa para resultado de S;</p> <p>(F) Botão Calcular S;</p> <p>(G) Botão limpar;</p> <p>(H) Botão para voltar a tela 1.</p>		
Estrutura de programação em blocos		

(1) Programação do botão calcular;

(2) Programação do botão limpar;

(3) Programação do botão para voltar a tela 1.

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

Para a programação da tela 2, os botões de sair e limpar não tiveram mudanças, pois necessitaram das mesmas ações das etapas já realizadas. Sobre a construção dos blocos, embora as relações entre as variáveis fossem “novas”, o conjunto de ações para a estruturação foi semelhante. A atividade possibilitou a utilização de três fases para o cálculo da Soma dos termos de uma P.A, tendo o primeiro termo (a_1); enésimo termo (a_n); e o número de termos (n). Tal atitude permite facilitar a compreensão do processo.

No desenvolvimento desta atividade, sendo realizado através de seis alunos, constatou-se que 66,7% dos alunos não resolveram o 7º problema; 16,6% conseguiu resolver todos os problemas e 16,6% não resolveram os problemas de número 1 e 4 da lista de atividade (Apêndices D), no entanto todos conseguiram as ideias para a estruturação do aplicativo, sendo perceptível quanto a notoriedade que os discentes estavam estudando os conteúdos em casa, pois quando direcionados a resolver os problemas, estes já sabiam que estrutura matemática iriam utilizar. A questão exigiu uma participação menor do professor. No entanto foi possível registrar um momento de diálogo quando professor indagou sobre a metodologia utilizada.

Professor: “ *você já havia estudado algum conteúdo por meio da metodologia de RP?*”

Aluna F: “ *já e ela ajuda muito, pois os problemas contextualizados facilita a compreensão e também motiva a resolver ao mesmo tempo que nos desafia a procurar soluções, deixando as aulas mais interessantes.*”

Professor: “ *no processo de construção dos aplicativos a tecnologia está em função da matemática, ou é a matemática este em função da tecnologia?*”

Aluno F: “ *Nesse processo a matemática está em função da tecnologia, por que foi a matemática que influenciou o desenvolvimento tecnológico, e na fabricação de vários programas a matéria básica é a matemática, no processamento de algoritmos.*”

Professor: “você como aluno optaria pelo uso do celular na sala de aula?”

Aluno F: “sim, pois pode facilitar e economizar na resolução de alguns problemas, por exemplo para fazer soma bem grande, como para encontrar o 700 termo de uma P.A, em algumas disciplinas eu já uso, e com a matemática não devia ser diferente, e principalmente essas calculadoras que nos mesmos fizemos, compreendendo todo o processo e depois utilizar, porém alguns ainda não permite, com a justificativa de que atrapalha, e eu concordo, pois muitos alunos não tem consciência de utilizar a ferramenta para benéfico.”

No diálogo, ficou evidente que os discentes sabem da importância do uso consciente da tecnologia, porém a participação do docente é imprescindível como mediador na socialização, devendo-se administrar esse processo, proporcionando situações que permitam surgir uma variedade de procedimentos na sala de aula, comparando-os, dando ênfase ao processo de resolução e não à obtenção de respostas corretas.

Esta atividade exigiu um grau de dificuldade maior do que a atividade II por requerer a construção de um aplicativo com mais de uma tela. A **Tela 1** - tratou da fórmula do termo geral $a_n = a_1 + (n - 1)r$; **Tela 2** - objetivou calcular a soma dos termos de uma P.A $S_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$. Todavia os estudantes conseguiram resolver a atividade na primeira tentativa.

A etapa de RP se deu após todos os alunos construírem seus aplicativos. Como foi visto, os valores só estarão corretos se as estruturações em blocos estiverem de acordo com a questão matemática em estudo.

Além disso, podemos afirmar que o aluno estava instrumentalizado na ferramenta e recursos utilizados para esta atividade, uma vez que as empregaram com propriedade e sem grandes dificuldades. Durante o desenvolvimento das atividades, percebeu-se o domínio das habilidades e a descoberta de novas ferramentas que subsidiaram e melhoraram a aparência do aplicativo (propriedades: cores, dimensões, fontes), outras ferramentas que otimizem a construção (esconder e duplicar blocos) e o manuseio dos blocos de operações matemáticas, que permitiram decidir a ordem das operações, onde o aluno desenvolveu sua autonomia.

A atividade contemplou as habilidades e descritores de documentos curriculares, como descreve a BNCC (BRASIL, 2017, p.104) que os discentes devem desenvolver a habilidade de “resolver problemas, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas, incluindo as tecnologias digitais”. Isso permitiu a socialização das ideias, interação entre os alunos e generalização de alguns casos.

Durante o processo os discentes mostraram segurança quanto a construção de aplicativo. Assim como os demais, utilizaram as ferramentas necessárias para construção dos mesmos relacionando as ideias das duas atividades anteriores, o que reflete a pertinência da sequência.

Matematicamente, o aplicativo mostrou-se útil para a conferência de resultados, por outro lado, não retirou o caráter subjetivo a necessidade de manuseio de outras ferramentas como lápis, borracha e caneta pra efetuar os cálculos nas questões propostas, a fim de mostrar-se um aliado complementar ao ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a BNCC (BRASIL, 2017a, p. 472) “as escolas devem estimular e fornecer condições ideais para o desenvolvimento de determinado produto, técnica ou tecnologia (plataformas digitais, canais de comunicação, páginas eletrônicas/*sites*, projetos de intervenção, projetos culturais, protótipos etc.). Tendo isso em vista e a alacridade movido pela novidade de abrenhar a temática tecnológica para o ensino da Matemática no Ensino Médio especificamente nas séries iniciais nos desafiou a rever conceitos, formular hipóteses, mergulhar na leitura e tentar criar, se não novos conhecimentos, mas um novo perfil de educador e de estudante. Dessa forma, reuniu-se pessoas, informações, ideias, metodologias, ferramentas, teoria e prática.

Entretanto, as primeiras experiências obtidas com a nossa proposta ocorreram no curso de Instrumentalização. Conforme Rabardel, a plataforma *App Inventor 2* constituía-se num artefato para os estudantes, já que todos os participantes a desconheciam totalmente.

Mas foi visto que a utilização da tecnologia na sala de aula aprimora a interação entre os discentes, inclusive os alunos considerados tímidos conseguem interagir por meio de ferramentas tecnológicas. Ao fazerem atividades em pares ou grupos, as ferramentas tecnológicas permitem que todos expressem seus conhecimentos e deem opiniões, o que traz à tona a experiência prévia dos alunos, o que os motiva ainda mais, pois sentem-se parte ativa e importante do processo de aprendizagem. Nas atividades desenvolvidas o trabalho em grupo ficou visível em vários momentos, em que os próprios alunos sanavam as dúvidas uns dos outros, tanto perante as resoluções dos problemas, quanto na criação dos aplicativos.

Por meio da análise de toda a SD desenvolvido pelos alunos, considera-se que os objetivos da prática pedagógica foram atingidos, tendo em vista que os estudantes antes do primeiro encontro não possuíam conhecimento acerca dos conteúdos matemáticos trabalhados, no entanto, portaram-se como protagonistas do processo de ensino, e ao tomar a frente de decisões que os oportunizaram aprender a elaborar suas próprias estratégias, criar novos esquemas lógicos, socializar suas descobertas e refletir sobre seu papel como aprendiz numa sociedade submersa em evoluções tecnológicas.

Pode-se perceber que a proposta de trabalhar a construção de aplicativo por meio de RP contribuiu de forma significativa para a aprendizagem dos conceitos referentes ao conteúdo de PA. Apesar dos educandos apresentarem dificuldades pontuais no tema trabalhado, eles

desenvolveram bem as atividades propostas de forma que, ao fim das mesmas, conseguiram sanar as dúvidas inicialmente apresentadas.

Com o uso da metodologia de RP em conjunto com a tecnologia foi possível que no decorrer do desenvolvimento SD, os discentes foram se familiarizando com as sequências numéricas nesse caso com a P.A, pois ele tinha que estruturar uma sequência de ações previstas por Polya (1978), para resolver os problemas propostos, bem como na programação dos blocos na qual deva conter os elementos pertencentes a uma Progressão Aritmética. Com essa experiência também se observou que, com o uso de material concreto-manipulativo e o auxílio da tecnologia e aplicativos matemáticos criados, os alunos se mostraram mais participativos e instigados a construir seu próprio conhecimento.

A cada atividade proposta, os alunos descobriram relações algébricas entre os elementos da P.A com o auxílio do aplicativo e das relações dos problemas propostos, em que a ação permitiu a visualização de regularidades existentes em problemas diversos, em outros níveis de cognição e de realidade. Tais afirmações deram-se através dos registros escritos, além de habilidades não previstas nas prescrições curriculares.

Com relação à plataforma do *App Inventor 2*, é de fácil acesso e sem custo financeiro para ser utilizado, leve e que possui peculiaridades muito positivas, como por exemplo: o salvamento imediato dos projetos, como também as organizações dos blocos de programação, dispostos em cores de acordo com as suas funções. Por outro lado, deixa a desejar nos aspectos gráficos, pois os recursos de alocação nos elementos da tela precisam de configurações que tornam-se por sua vez dificultadoras do processo, o que ocasiona redimensionamentos imprevisíveis da tela criada para a tela do *smartphone*, para isso, indicamos outra plataforma mais avançada e que trabalha com a mesma perspectiva do *App Inventor 2*, denominada “Kodular” que poderá se tornar objeto de estudo de novos trabalhos posteriores.

Assim, o trabalho pode ser melhor explorado nos aspectos de representação semiótica, transposição didática ou até mesmo em pesquisas futuras com a utilização da mesma ferramenta tecnológica, como no caso do *App Inventor 2* ou *Kodular*.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. da. **Engenharia didática: evolução e diversidade**. Revista Eletr. de Edu. Matem. v. 07, n. 2, p. 22-52, Florianópolis: Revemat, 2008. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/1981-1322.2012v7n2p22/23452> >. Acesso em: 10 jan. de 2019.
- ALVES, F. J. da C.; PEREIRA, Cínthia C. M (Org). **Aplicativos para o ensino de Matemática em App Inventor**. Curitiba: CRV, 2016.
- ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Coleção Horizontes Pedagógicos. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- _____, M.; DOUADY, R.; MORENO, L.; GÓMEZ, P. (Edit). **Ingeniería Didáctica en Educación Matemática: un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. Bogotá: Iberoamérica, 1995. Disponível em: < <http://funes.uniandes.edu.co/676/> >. Acesso em: 14 jan. de 2019.
- BARRETO, B. F & SILVA, C. X. **Matemática aula por aula**. 1. ed. São Paulo, 2006.
- BARBOSA, E. D. S. **App Inventor 2**. 2016.
- BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação e da Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Matemática)**. Brasília: A Secretaria, 2013.
- _____. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEM, 2017.
- _____. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- _____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes**. Brasília, 2018.
- _____. Ministério da Educação. Plano de desenvolvimento da educação. **SAEB: ensino médio- matrizes e referências, tópicos e descritores**. Brasília: MEC/SEB/INEP, 2009. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/saeb_matriz2.pdf > Acesso em: 14 dez. de 2019.
- _____. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2006.
- _____. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental: matemática**. Brasília: MEC/SEMT, 2009.

CARNEIRO, V. C. G. **Engenharia Didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática.** ZETETIKÉ. v. 13 – n. 23 – jan./jun. Campinas, 2005.

DANTE, J. R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática.** 2ª ed. São Paulo: Ática, 1998.

_____, J. R. **Matemática: contexto e aplicações.** Encarte do professor.v.2. São Paulo: Ática, 1991.

ESCOLAR, Censo. **INEP 2013** disponível em:

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2013.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

GIOVANNI, J. R., & BONJORNO, J. R. **Aritmética; Geometria Plana e Espacial.** São Paulo: FTD, 3. (1996).

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

LIMA, E. L. **Problemas de álgebra y cómo resolverlos.** Perú: racso editores, v.1, 2005.

MACHADO, N. J. **Educação: projetos e valores.** Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda, 1999.

OCDE (2019a), **PISA 2018 Assessment and Analytical Framework**, PISA, OECD Publishing, Paris. Disponível em:< <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.> Acesso em: 14 dez. de 2019.

PAIVA, M. R. **Matemática.** 1. ed. 2. vol. São Paulo: Moderna, 2009.

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

POLYA, G. **Mathematical methods in science.** Cambridge University Press, 1977.

_____. G. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciência, v. 2, p. 12, 1978.

_____, G. **A arte de resolver problemas.** Trad. Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains.** Paris: Armand Colin, 1995. Disponível em:< <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>>. Acesso em: 30 jan. de 2019.

SÁ; P. F. **A resolução de problemas.** Petrópolis: Vozes, 2013.

_____, P. F. de; FOSSA, J. A. Uma distinção entre problemas aritméticos e algébricos. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 33, n. 19, p. 253-278, set./dez. 2008.

_____, P. F; JUCÁ. R. S. (Org.) **A resolução de problemas como ponto de partida nas aulas de matemática.** Belém, v. 11, n. 22, p. 7-24, jan./dez. 2006.

_____, P. F. **O que é resolução de problemas afinal?**. Belém, v. 11, n. 22, p. 7-24, jan./dez. 2006.

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

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

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. In. **Revista Brasileira de Educação – ANPED**. nº 25, 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A - Termo de consentimento do estudante



**CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada **Resolução de Problemas: Progressão Aritmética, com Construção de Aplicativos na Plataforma do App Inventor 2**, sob a responsabilidade dos (as) pesquisadores **Daiane moura dos santos e Renato Darcio Noleto Silva**, vinculados ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- Campus São João dos Patos.

Nesta pesquisa objetivamos produzir reflexões sobre a potencialidade da aprendizagem matemática através do uso de recursos tecnológicos, analisando os processos de desenvolvimento Gêneses Instrumental na construção de aplicativos para *Smartphones* com a Plataforma *App Inventor 2* e suas contribuições para a aprendizagem de Progressão Aritmética a partir da Resolução de Problemas por meio de uma Sequência Didática proposta. A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para a realização da mesma.

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

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

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

_____, ____ de _____ de 2019.


Assinatura do pesquisador

Eu, _____

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

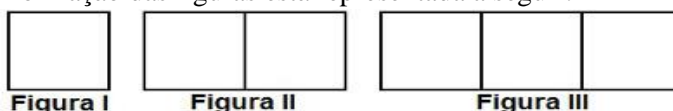
Assinatura do responsável

APÊNDICE B - Atividade I sobre Sequência Numérica

 <p style="margin: 0;">INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Maranhão</p>	<p>CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS DISCIPLINA: APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROFESSOR: RENATO DARCIO NOLETO SILVA ORIENTANDA: DAIANE MOURA DOS SANTOS</p>
---	--

PROBLEMAS QUE ENVOLVA PROGRESSÃO ARITMÉTICA I

- 1) (ENEM, 2010) Uma professora realizou uma atividade com seus alunos utilizando canudos de refrigerante para montar figuras, onde cada lado foi representado por um canudo. A quantidade de canudos (C) de cada figura depende da quantidade de quadrados (Q) que formam cada figura. A estrutura de formação das figuras está representada a seguir:



Que expressão fornece a quantidade de canudos em função da quantidade de quadrados de cada figura?

- a. $C = 4Q$
 - b. $C = 3Q + 1$
 - c. $C = 4Q - 1$
 - d. $C = Q + 3$
 - e. $C = 4Q - 2$
- 2) (MODIFICADA) Uma criança está brincando de fazer quadrados com palitos de fósforo como mostra o desenho:



- a. Que expressão fornece a quantidade de quadrados que será realizado com 250 palitos?
 - b. Quantos palitos são necessários para fazer 100 quadrados?
- 3) (MODIFICADA) A tabela abaixo mostra que, na cidade de São João dos Patos-MA no ano de 2019, nos últimos meses, o número de assaltos vem crescendo em Progressão Aritmética. Se o crescimento continuar nessa progressão e as autoridades não tomarem providências a respeito, que expressão fornece o número de assaltos nessa cidade no mês de dezembro desse ano?

Mês	Número De Assaltos
Agostos	18
Setembro	31
Outubro	44

- 4) (MODIFICADA) Durante a execução de um trabalho em que os alunos tinha que forma sequência de figuras utilizando palitos de fósforos como mostra a figura a seguir:



- a) De quantos palitos de fósforos os alunos iram necessitar para formado a próxima figura?
- b) Existe uma forma de determinar quantos palitos tem uma figura qualquer da sequência?

APÊNDICE C - Atividade II sobre Temo da Progressão Aritmética

 <p style="font-size: small;">INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Maranhão</p>	<p>CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS DISCIPLINA: APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROFESSOR: RENATO DARCIO NOLETO SILVA ORIENTANDA: DAIANE MOURA DOS SANTOS</p>
---	---

PROBLEMAS DE PROGRESSÃO ARITMÉTICA II

1) Que número ocupa a 700ª posição na PA seguinte?

(3, 7, 11, ...)

- a. 2000 b. 2700 c. 2799 d. 3000 e. 3099

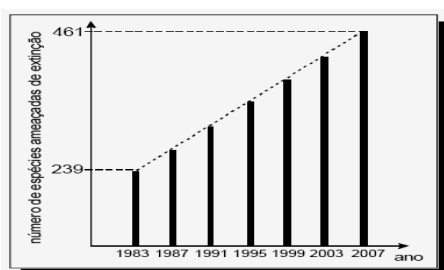
2) (ADAPTADA) No dia 7 de setembro, no desfile militar, os policiais do quartel de São João dos Patos - MA, foram organizados em fileiras. Na primeira fileira havia 18 soldados, na segunda 20 soldados, na terceira 22 soldados e assim sucessivamente. Sabe-se que no total havia 480 soldados nessa cerimônia. Qual o número de fileiras de soldados que foram formadas nessa cerimônia?

- a. 15 b. 16 c. 17 d. 18 e. 19

3) (UFCE) Um atleta corre sempre 400 metros a mais que no dia anterior. Ao final de 11 dias ele percorre um total de 35200 metros. O número de metros que ele correu no último dia foi igual a:

- a. 5100 b. 5200 c. 5300 d. 5400 e. 5500

4) (ENEM, 2009) O gráfico, obtido a partir de dados do Ministério do Meio Ambiente, mostra o crescimento do número de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Se mantida, pelos próximos anos, a tendência de crescimento mostrada no gráfico, o número de espécies ameaçadas de extinção em 2011 será igual a:



5) (ADAPTADA) Um professor durante a aula de matemática, deu uma sugestão para o aluno que estava querendo comprar um celular de R\$ 987,00, começar a guardar parte de sua mesada, sempre R\$ 9,00 a mais do que no mês anterior. O projeto de 14 meses de duração teve início com o adolescente guardando:

- a. R\$ 6,00 b. R\$ 9,00 c. R\$ 12,00 d. R\$ 15,00 e. R\$ 18,00

APÊNDICE D - Atividade III sobre Soma dos Termos da Progressão Aritmética



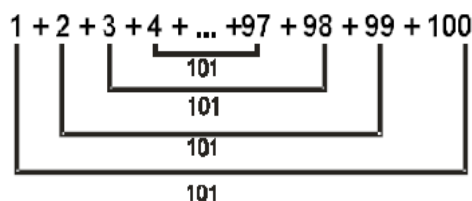
INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Maranhão

CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
DISCIPLINA: APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PROFESSOR: RENATO DARCIO NOLETO SILVA
ORIENTANDA: DAIANE MOURA DOS SANTOS

PROBLEMAS DE PROGRESSÃO ARITMÉTICA III

1) Em 1777 a 1855 Gauss durante uma aula de matemática, conta a história que o professor pediu para que todos os alunos encontrasse a soma dos números de 1 a 100. Em poucos minutos Gauss encontrou o resultado esperado. Até então, ninguém tinha realizado o mesmo. Ele se baseou no fato de que a soma dos números opostos é sempre constante, a figura abaixo representa a forma como o mesmo pensou:

- A soma do primeiro número com o último é: $1 + 100 = 101$
- A soma do segundo número com o penúltimo é: $2 + 99 = 101$
- A soma do terceiro número com o antepenúltimo é: $3 + 98 = 101$



Então ele multiplicou a constante (101) pelo número de termos e dividiu pela metade, e encontrou a fórmula da soma da progressão aritmética:

$$S = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

Assim progressão aritmética é um tipo de sequência numérica que a partir do segundo elemento cada termo (elemento) é a soma do seu antecessor por uma constante. Assim Calcule a soma dos 51 primeiros termos da P.A.

$$(2, 9, 16, 23, \dots)$$

2) (PAIVA,2012) Calcule a soma dos 30 primeiros termos da P.A.

$$(3, 5, 7, 9, \dots)$$

3) (PAIVA,2012) Calcule a soma dos 20 primeiros termos da P.A.

$$(-15, -11, -7, -3, \dots)$$

4) (PAIVA,2012) Determine a soma de todos os números naturais que sejam múltiplos de 2 e 3 simultaneamente e que estejam compreendidos entre 100 e 700.

5) (Osec-SP) a soma dos 10 primeiro termo de uma P., cujo o primeiro termo é 1,87 e a razão 0,004 é:

- a) 18,88 b) 9,5644 c) 9,5674 d) 18,9 e) n.r.a
- 6) (UFCE) Com o intuito de construir um jogo novo, foram colocados sobre um tabuleiro de xadrez grãos de arroz da seguinte maneira: na primeira casa, foram colocados 5 grãos; na segunda, 10; na terceira, 15; e assim por diante. Quantos grãos de arroz foram usados nesse tabuleiro?
a) 5050 b) 6060 c) 20400 d) 10400 e) 20800
- 7) (ADAPTADA) Durante uma aula de matemática o professor pediu para os alunos encontrarem a soma de todos os números naturais ímpares de 3 algarismo, neste sentido qual o valor dessa soma?
a) 220.000 b) 247.500 c) 277.500 d) 450.000 e) 495.000
- 8) Um teatro tem 18 poltronas na primeira fila, 24 na segunda, 30 na terceira e assim na mesma sequência, até a vigésima fila que é a última. O número de poltrona desse teatro é:
a. 92 b. 132 c. 150 d. 1 320 e. 1 500