UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

ALEX CORREIA DA SILVA

A PLATAFORMA APP INVENTOR NA CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRESSÃO GEOMÉTRICA

PASTOS BONS- MA
2022

ALEX CORREIA DA SILVA

A PLATAFORMA APP INVENTOR NA CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRESSÃO GEOMÉTRICA

Trabalho de Conclusão/Monografia apresentado ao Curso de Licenciatura em Matemática do Programa Ensinar de Formação de Professores da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

PASTOS BONS- MA
2022

Silva, Alex Correia da.
A Plataforma *App Inventor* na Construção de Aplicativos para o Ensino e Aprendizagem de Progressão Geométrica / Alex Correia da Silva. - Pastos Bons (MA) 2022.

103 f.

Monografia (Graduação) - Curso de Matemática Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão / Programa Ensinar, 2022.

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

1. Progressão Geométrica (Ensino médio) 2. Programação. 3. Aprendizagem. I.Título.

CDU 512.1

Ficha Catalográfica elaborada por
Alex Correia da Silva
Biblioteca da UEMA Polo Pastos Bons

ALEX CORREIA DA SILVA

A PLATAFORMA APP INVENTOR NA CONSTRUÇÃO DE APLICATIVOS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRESSÃO GEOMÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora como requisito de conclusão do Curso Superior de Licenciada Plena em Matemática pela Universidade Estadual do Maranhão.

Orientador: Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva

Data de Apresentação: 06/ 08/ 2022

BANCA EXAMINADORA:

Renato Darcio Noleto Silva

Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva (Orientador)

Instituto Federal do Maranhão-IFMA/Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

Evando Brito da Silva

Prof. Esp. Evando Brito da Silva

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Sergio Nolêto Turibus

Prof. Dr. Sergio Nolêto Turibus

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por estar sempre comigo, à minha esposa e companheira, Ana Paula, e aos nossos filhos, por sempre se orgulharem das minhas conquistas, a minha família, minha mãe, meu pai, meus irmãos, pelo apoio em minhas escolhas e decisões, o meu professor orientador Me. Renato Darcio Noleto Silva que teve paciência e que me ajudou a fazer este trabalho, e dedico a meus demais professores e aos meus colegas de curso que contribuíram de alguma forma.

"Fale-me, e eu esquecerei. Ensine-me, e eu poderei lembrar. Envolva-me, e eu aprenderei".
Benjamin Franklin.

"Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia de nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais...".
Rubem Alves.

“Não tenho eu te ordenado? Sê forte e de boa coragem; não temas, tampouco fiques desanimado, pois o SENHOR teu Deus é contigo, por onde quer que fores.” JOSUÉ 1:9

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, meu Pai e amigo de todas as horas pela oportunidade de cursar um curso superior e por ter chegado até esse momento, pois, sem Ele, eu nada seria ou nada alcançaria. Ele é aquele que me sustém em todas as coisas e dirige os meus passos. Toda honra e louvor sejam dados a Ele, eternamente.

À minha esposa, Ana Paula, pelo amor, pela paciência comigo, uma grande companheira ao meu lado, enquanto, mediante os processos divinos e acadêmicos, eu era forjado e aperfeiçoado para tornar-me o homem que Deus me chamou a ser. Diz o ditado que, “por trás de todo grande homem de Deus, há sempre uma grande mulher”. Esse não é o nosso caso. Primeiro, porque não sou grande. Segundo, porque, embora você seja uma grande mulher, nunca esteve atrás, mas sempre ao meu lado. Nesses 3 anos de casados, não me sinto apenas um marido realizado, como também um homem privilegiado por Deus. Vivo ao seu lado o cumprimento da Escritura Sagrada: Quem encontra uma esposa encontra algo excelente; recebeu uma bênção do Senhor (Pv 18.22 NVI).

Aos meus filhos, Alexia Walquiria, Adriano Henrique e minha enteada Monaria Lucena, amo vocês e sou muito grato pelo tipo de filhos que escolheram ser. Peço-lhes, publicamente, que não poupem nossos netos de devidos desconfortos e correções, a fim de não lhes roubar a oportunidade de crescer.

Aos meus pais, João Gilberto e Maria do Socorro, pela criação que me proporcionaram. Vocês não me pouparam de desconfortos necessários para que eu pudesse amadurecer. Hoje, entendendo melhor o valor desse tesouro, registro para a posteridade minha imensa gratidão. Muito do que sou é fruto do investimento de vocês. A criação, a educação, as correções, as orações de intercessão, as palavras de encorajamento. O que dizer não só a vocês, mas acerca de vocês? Faço minhas as palavras do sábio de Israel: A glória dos filhos são os pais (Pv 17.6).

Ao meu orientador, Prof. Me. Renato Darcio Noleto Silva, por compartilhar comigo seus conhecimentos e pela dedicação na orientação deste trabalho.

À Universidade Estadual do Maranhão - UEMA pela oportunidade e promoção de minha formação.

Aos responsáveis pela Escola Estadual no Município de Pastos Bons, lócus desta pesquisa, pela acolhida e apoio.

Aos alunos, sujeitos desta pesquisa, pela disponibilidade de participação neste trabalho.

Aos demais familiares pelo carinho e incentivo de sempre.

Aos amigos de curso. Vocês fazem parte da concretização desta conquista.

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

Muito Obrigado!

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que objetivou observar como os alunos do 1º ano do ensino médio desenvolvem potencialidades a partir de uma sequência didática com o uso e construção de aplicativos para *smartphones*, quando estudam Progressão Geométrica. Para sua efetivação, partimos da seguinte questão de pesquisa: "Quais as contribuições do uso da plataforma *App Inventor* na construção de aplicativos para a aprendizagem de Progressão Geométrica?". Para alcançar tal finalidade, optamos pela Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, a qual desenvolveu-se em quatro etapas. Inicialmente foram feitas as análises prévias como primeira das etapas, composta pelos aspectos históricos, curriculares e matemáticos das Progressões Geométricas; uma revisão de estudos sobre o tema; a consulta a discentes sobre o processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo 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 e algumas considerações sobre Tecnologias no ensino de Matemática. A terceira e quarta etapas da pesquisa, experimento e análise, foram realizadas em uma escola pública estadual de Pastos Bons- MA com doze alunos do 1º ano do ensino médio. Para a validação, fizemos uso as análises *a priori* e *posteriori* em cada atividade desenvolvida durante a experimentação, a qual demos tratamento qualitativo, seguida da confrontação entre os dados obtidos entre a análise a *priori* e *posteriori*. Os resultados da comparação apontam para instrumentação e instrumentalização da plataforma *App Inventor* 2 e dos aplicativos construídos, e que o processo da Gênese Instrumental ocorreu pela mobilização de esquemas novos e preexistentes, constatando que na metodologia de ensino obtivemos efeitos positivos, o que acarretou em uma melhora significativa no desempenho dos discentes na resolução de questões envolvendo Progressões Geométricas. Além disso, no decorrer do desenvolvimento das atividades, revelou-se que os estudantes aprenderam a estruturar algebricamente as relações entre elementos da Progressão Geométrica de maneira colaborativa e motivadora.

Palavras-chave: Progressão Geométrica. *App Inventor*. Programação.

SUMMARY

This work presents the results of a research that aimed to observe how students of the 1st year of high school develop potentialities from a didactic sequence with the use and construction of applications for *smartphones*, when they study Geometric Progression. For its effectiveness, we start from the following research question: “What are the contributions of the use of the *App Inventor* platform in the construction of applications for the learning of Geometric Progression?”. To achieve this purpose, we opted for Didactic Engineering as a research methodology, which was developed in four stages. Initially, preliminary analyzes were carried out as the first of the stages, consisting of the historical, curricular and mathematical aspects of the Geometric Progressions; a review of studies on the topic; consultation with students about the teaching-learning process of this content and its relationship with the use of technologies. The second stage of the research, conception and analysis *a priori*, presents the description of Didactic Engineering in the conception of Artigue, Theory of Instrumental Genesis of Rabardel, Didactic Sequence in the perspective of Zabala and some considerations about Technologies in the teaching of Mathematics. The third and fourth stages of the research, experiment and analysis, were carried out in a state public school in Pastos Bons-MA with twelve students from the 1st year of high school. For validation, we used *a priori* and a *posteriori* analysis in each activity developed during the experimentation, which we gave qualitative treatment, followed by the confrontation between the data obtained between the *a priori* and *posterior* analysis. The results of the comparison point to the instrumentation and instrumentalization of the *App Inventor* 2 platform and the built applications, and that the Instrumental Genesis process occurred through the mobilization of new and preexisting schemes, noting that in the teaching methodology we obtained positive effects, which resulted in a significant improvement in students' performance in solving questions involving Geometric Progressions. In addition, during the development of the activities, it was revealed that the students learned to algebraically structure the relationships between elements of Geometric Progression in a collaborative and motivating way.

Keywords: Geometric Progression. *App Inventor*. Schedule.

LISTA DE IMAGENS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

App	Aplicativo móvel
CF	Constituição Federal
ED	ED Engenharia Didática
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PG	Progressão Geométrica
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
RP	Resolução de Problemas
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SAI	Situações de Atividades Instrumentais
SD	Sequência Didática
SEAMA	Sistema Estadual de Avaliação do Maranhão
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGI	Teoria da Gênese Instrumental
TI	Tecnologia da Informação
UEMA	Universidade Estatual do Maranhão

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo frente a pandemia de COVID-19, onde as relações humanas foram alteradas em um curto espaço de tempo, surgindo no dia a dia novos desafios e uma série de mudanças em todas as esferas da sociedade. No que diz respeito à educação, o Currículo da educação básica no Brasil mudou com a BNCC, mas antes de causar qualquer mal-entendido, é importante frisar: a BNCC não é currículo. Ela explicita direitos de aprendizagem e desenvolvimento de alunos. Já o Currículo orienta a maneira como professores deverão ensinar, de acordo com os projetos pedagógicos de cada instituição.

A estrutura do sistema educacional brasileiro é definida por duas legislaturas principais. São elas a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei n.º 9.394 de 1996, conhecida como LDB – e as diretrizes gerais da Constituição Federal de 1988 – que dentro do Capítulo III determina que a educação básica é um direito de todos os cidadãos. Essas diretrizes autorizam que as esferas governamentais conduzam e mantenham os programas educacionais, que são pensados a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A BNCC está prevista na LDB como um conjunto de orientações de aprendizagem dos alunos para atingir metas educacionais. Ou seja, ela busca garantir que todos os alunos tenham acesso ao conhecimento básicos e indispensáveis, independentemente de onde vieram ou suas condições de estudo. Conjuntamente, cabe à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios planejar, financiar, manter e executar políticas de ensino que estejam de acordo com a BNCC, a LDB e as diretrizes constitucionais.

A BNCC vem para intensificar um novo olhar sobre a educação e o protagonismo dos alunos dessa nova geração, rompendo uma ideia antiga de que, se tinha, do professor como único detentor de conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, quebrando um paradigma de anos que, de certa forma, já vinha perdendo força. O "velho" estilo de ensino, estritamente na frente da classe em um quadro-negro (branco), não é mais capaz de atingir efetivamente todos os alunos.

O rompimento dessa visão mais antiga, vem acontecendo em grande parte porque essa nova geração, têm uma relação bem próxima com as soluções e recursos tecnológicos, se mostrando cada vez mais independente. Se antes a ideia era que, somente na escola é que o conhecimento era adquirido, hoje o conhecimento é mais acessível e está, na maioria das vezes, na palma da mão.

Portanto, a partir do fácil acesso à notícias e à internet, de modo geral, esses alunos já chegam nas escolas sabendo muito. Então, cabendo agora ao professor transformar sua forma de atuação. Deixando de ser o único transmissor do conhecimento e passando a ser o mentor, o mediador, desse aluno no processo de ensino e aprendizagem – o transformando, de fato, em protagonista da construção do conhecimento e da sociedade em que vive.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

> Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo. (BRASIL, 2018, p. 463).

Quando se trata do ensino-aprendizagem da matemática, sabemos que existem obstáculos que desafiam tanto professores quanto alunos, no entanto, muitas são as formas e os recursos de aprendizagem que podem ser utilizados de maneira criativa e atraente que venham a despertar no aluno o interesse pelo conteúdo, mitigar as lacunas de aprendizagem e contribuir com o trabalho docente. Dessa maneira pretende-se, neste trabalho delimitar quais as contribuições do uso da plataforma App Inventor na construção de aplicativos para a aprendizagem de Progressão Geométrica?

A matemática é uma disciplina essencial para certas áreas do conhecimento, por isso a sua compreensão pelos alunos é muito relevante.

É fato que muitos alunos têm dificuldades em aprender e a desenvolver conceitos de frações, álgebra, raciocínio lógico-matemático, geometria espacial, números racionais e até mesmo com números naturais. Daí poderá existir certa indiferença quanto ao desenvolvimento de atitudes positivas frente ao estudo de matemática e possíveis insatisfações bilaterais, onde de um lado, aluno desmotivado, do outro, o docente com poucas estratégias de ensino.

É factível identificarmos que a aprendizagem básica de matemática requer melhoria na sua qualidade a partir de indicadores apontados por avaliações externas como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ou pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), além do próprio Sistema Estadual de Avaliação do Maranhão (SEAMA), responsável por avaliações no estado que pontua descritores específicos sobre que competências e habilidades mínimas devem ser ensinadas no ensino médio. De maneira amostral apontamos as Sequências e Progressões, prescritas no descritor D22 do SAEB, a saber: “Resolver problema envolvendo P.A./P.G. dada a fórmula do termo geral”, aos quais escolhemos como recorte de conteúdos conceituais (ZABALA, 1998) para abordar na nossa pesquisa.

Por outro lado, o contexto educacional é incrementado metodologicamente pelo advento das tecnologias, cada dia mais próximo do dia a dia dos jovens estudantes. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), acrescenta ao cenário educacional, uma competência específica, donde acreditamos na utilização de *smartphones* como uma ferramenta pedagógica que instrumentalizada (RABARDEL, 1995) poderá ser forte aliada da aprendizagem, cabendo ao professor-orientador garantir que o aparelho, de fato seja utilizado para fins de aprendizagem, pois além de desenvolver o raciocínio lógico, pode auxiliar na resolução de problemas, desafiando-os a pensar desenvolver a autonomia de resolver problemas com a utilização de ferramentas tecnológicas.

Nesse contexto, propomos a construção de uma oficina de construção de aplicativos para *smartphones* com questões sobre Progressão Geométrica, que será conduzida na plataforma *App Inventor* 2, seguindo a abordagem de Pierre Rabardel (1995). Pressupõe-se que ao seguir os parâmetros determinados no decorrer da oficina, os alunos irão melhorar a sua interpretação ou pensamento matemático através da tecnologia, que se destina a contribuir para o ensino e aprendizagem do aluno.

A escolha do tema “A plataforma *App Inventor* na construção de aplicativos para o ensino e aprendizagem de Progressão Geométrica (P.G.) e Atividades Investigativas para o Estudo de Progressões Geométricas justifica-se por acreditarmos que o processo de construção de aplicativos atende as expectativas quanto a introduzir noções entre resoluções de atividades relacionadas com

Progressão Geométrica, por meio de atividades que motivem os estudantes e justifique a importância do uso de tecnologias no ensino.

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.G a partir da RP.

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

- Ofertar oficina de Instrumentalização da plataforma *App Inventor* 2 para alunos do 1º ano do Ensino Médio;
- Promover o ensino de Progressão Geométrica com a construção de aplicativos
- Descrever os resultados da oficina ofertada;
- Sistematizar os resultados produzidos a partir da oficina;

Sendo assim, busca-se compreender com este trabalho, além dos processos de desenvolvimento da Gênese Instrumental na construção de aplicativos para *smartphones* com a Plataforma *App Inventor*, identificar suas contribuições para a Resolução de Problemas de P.G. Para isso, será apresentada uma Sequência Didática (SD) que possibilite a construção de aplicativos com questões práticas de Progressões Geométrica.

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.

Portanto, este estudo tem como objetivo observar e analisar os resultados obtidos com a aplicação de sequenciamento didático à construção de aplicativos para *Smartphones* a partir de questões de aplicação de Progressões Geométricas (P.G), importante tópico de matemática que trata de sequências que exprimem padrões em uma gama de fenômenos que ocorrem em nosso dia a dia – no contexto do 1º ano do ensino médio de uma escola pública estadual no município de Pastos Bons-MA. As sequências, em especial as Progressões Aritméticas e Geométricas, são conteúdos de fundamental importância para o Ensino Médio.

Nesse contexto, os dados coletados foram interpretados numa perspectiva qualitativa, fazendo uso da “Abordagem Instrumental” de Rabardel (1995), que estuda a transformação de um artefato em instrumento, proporcionando parâmetros para a elaboração da sequência de atividades referente à análise dos dados advindos dos instrumentos e que nos possibilitou compreender as relações do sujeito com o instrumento tecnológico.

A metodologia de pesquisa adotada será a Engenharia Didática-ED, desenvolvida na França, de Artigue (1995), que se caracteriza-se por acompanhar uma série de estudos e análises baseados em fenômenos técnicos, que considera que a teoria e a prática estão interligadas, e tendo como foco o sujeito que é responsável pela construção do próprio conhecimento.

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

1. ENGENHARIA DIDÁTICA

A engenharia didática é uma metodologia utilizada para a concepção, realização, observação e análise de situações de ensino, quando há uma parte experimental. Esta metodologia foi desenvolvida na França na década de 80 por Michèle Artigue.

> A expressão "engenharia didática" [...] emergiu dentro da didática da matemática na França no início dos anos 1980 a fim de rotular a forma de trabalho didático que é comparável ao trabalho de um engenheiro. [...] Esse rótulo foi visto como uma maneira de aproximar questões que eram cruciais naquele momento: 1.a questão do relacionamento entre pesquisa e ação no sistema de ensino, 2.a questão do lugar atribuído à "performance didática" da aula dentro das metodologias de pesquisa. (ARTIGUE,2002, p.29-30)

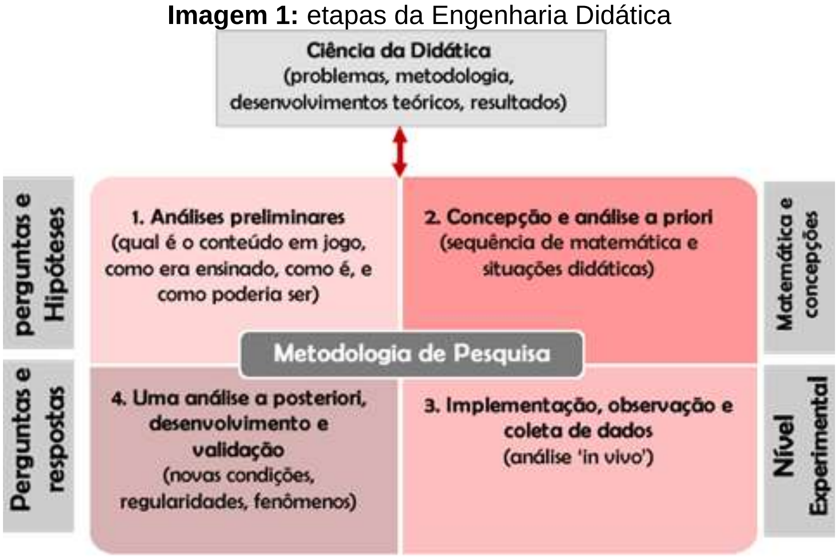
Nesse trabalho serão empregados aspectos da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, para descrever a maneira como a sequência de atividades será elaborada, aplicada e seus resultados previamente analisados. A engenharia didática divide-se em microengenharia, restringe-se a um assunto e aos fenômenos de sala de aula e a macroengenharia, reúne pesquisas de microengenharia para o estudo de fenômenos ligados a duração nas relações de ensino e aprendizagem.

A primeira fase da engenharia didática consiste na escolha do tema e no levantamento de dados a respeito dele. o tema escolhido para pesquisa, "A plataforma *App Inventor* na construção de aplicativos para o ensino e aprendizagem de Progressão Geométrica (P.G.)", foi definido a partir de questões observadas durante as aulas e também da análise de materiais pedagógicos como livros didáticos, documentos oficiais, além de pesquisas realizadas relacionadas ao assunto.

A engenharia didática é uma metodologia de pesquisa qualitativa, mas pode ser vista como técnica de produção para o ensino. Ela surgiu no início dos anos 80 na didática da matemática, incorporando-se como forma de organização dos processos metodológicos da pesquisa.

Segundo Artigue (1996), a expressão engenharia didática foi gerada para o fazer didático, comparando-o ao trabalho de um engenheiro que para executar uma obra, se sustenta em conhecimentos científicos de sua área de atuação, se submete às regras científicas e trabalha com ferramentas bem mais complexas do que àquelas geradas pela ciência em questão.

Imagem 1: etapas da Engenharia Didática



Fonte: Autor (2021)

Descrevemos a seguir, cada etapa da engenharia didática na pesquisa em didática da matemática, segundo Artigue (1995):

É preciso destacar que, mesmo que a análise *a priori* anteceda a experimentação e análises a *posteriori*, há sempre uma interação constante entre as diferentes fases: os resultados da análise a *posteriori* podem não só sugerir a introdução de mudanças na concepção do processo de ensino, mas também desenvolver operando a caracterização do conteúdo em questão (análise preliminar). Pode assim contribuir para a ciência da didática com os resultados obtidos e problemas levantados, conduzindo a novos desenvolvimentos teóricos ou metodológicos. Dentro desse sentido, a ED não é uma prática de desenvolvimento onde pesquisas previamente estabelecidas resultantes são transformadas em propostas de ensino. É uma forma de contrastar empiricamente suposições sobre as possibilidades de difusão do conhecimento matemático e os fenômenos que o impedem.

1.1 Análises prévias

Análises preliminares: são as considerações sobre o cenário teórico didático geral e os conhecimentos já adquiridos sobre o assunto em questão. Fazem parte das análises preliminares, a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, as concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigências no qual vai se situar a efetiva realização didática.

1.2 Concepção e análise a *priori*

Concepção e análise a priori das situações didáticas: o professor/pesquisador/engenheiro, tendo por base as análises preliminares, delimita certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre as quais o ensino pode atuar, que são chamadas de variáveis de comando (que podem ser locais/microdidáticas ou globais/macrodidáticas) apropriadas ao sistema didático (professor/aluno/saber).

Na concepção e análise a priori devem ser levados em consideração os seguintes pontos:

- Fazer uma descrição das escolhas feitas a nível local e das características da situação didática desenvolvida;
- Fazer uma análise do que poderia estar em jogo nesta situação para o aluno, em função das possibilidades de ação, seleção, decisão, controle e validação que o aluno terá durante a experimentação.

- Realizar algumas inferências com referência aos campos de comportamentos possíveis e tentar comprovar como a análise permite controlar seus significados; assegurar se tais comportamentos ocorrem como esperamos e, por consequência, o desenvolvimento visado pela aprendizagem.

Na segunda fase da engenharia didática é possível

> [...] 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. 205).

1.3 Experimentação

Experimentação: trata-se da aplicação da sequência didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar (em diário de campo) as observações feitas durante a experimentação. A experimentação conjectura:

> - a explicitação dos objetivos e condições de realização da pesquisa a população de alunos que participará da experimentação;
> - o estabelecimento do contrato didático;
> - a aplicação do instrumento de pesquisa;
> -o registro das observações feitas durante a experimentação (MACHADO, 2002, p. 206).

1.4 Análise a *posteriori* e validação.

Análise a *posteriori* e validação: trata-se da análise de um conjunto de dados adquiridos durante a experimentação, como por exemplo, produção dos alunos, registros de observadores e registro de áudio e vídeo. Nessa análise, se faz necessário sua confrontação com a análise a priori para que seja feita a validação ou não das hipóteses formuladas na investigação.

2. A ENGENHARIA DIDÁTICA E A PESQUISA EM QUESTÃO

Como foi dito anteriormente, a Engenharia Didática (ED) é uma metodologia que associa pesquisa com a ação didática do professor no contexto da sala de aula. Como se caracteriza por um esquema de experimentação de sequências didáticas no ensino, a referida metodologia foi nosso organizador para a aplicação deste trabalho, o qual oferece uma sequência didática para o ensino de progressões geométricas por meio da construção de aplicativos educacionais.

Dessa maneira, seguindo os princípios da ED, nossa pesquisa-ação foi realizada com alunos do 1º ano do ensino médio, em uma escola pública estadual localizada no munícipio de Pastos Bons – MA. A Engenharia Didática pode contribuir significativamente para as organizações das relações entre pesquisa e ações no sistema de ensino e na função a ser desempenhada por nossa sequência didática.

O uso da ED pode trazer muitas vantagens, pois privilegia as sequências didáticas como esquemas experimentais, associando teoria e prática para analisar as diversas etapas de ensino, principalmente a partir de duas características essenciais em uma pesquisa-ação: a) a micro engenharia, que é entendida como o conjunto de todas as complexidades da sala de aula e b) a macro engenharia que nos levará além dos resultados das complexidades da sala de aula, ajudando a entender outros fenômenos ligados ao processo de ensino e aprendizagem.

2.1 Estudo Preliminares

Esta fase tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo de viabilidade das progressões geométricas sob aspectos históricos, culturais e curriculares. É também neste cenário, uma abordagem de conhecimento fundamental para a humanidade e um desses conhecimentos é a Progressão Geométrica.

Como resultado, a fundamentação tornou-se mais profunda, o que auxiliou e permitiu que a pesquisa e as atividades fossem assimiladas durante os experimentos, além de utilizar esse conteúdo para desenvolver sequências de ensino.

Nos aspectos históricos, foram identificados eventos que serviram de base para a formulação das questões propostas sobre o tema em questão. O aspecto matemático procura determinar as competências e habilidades necessárias para a avaliação externa. e levadas em conta nos objetivos das atividades propostas. que provê suporte teórico e epistemológico aos objetivos do estudo.

2.1.1 Estudo sobre Progressão Geométrica

Neste trabalho, o contexto histórico e matemático é de suma importância para compreender os problemas relacionados aos fenômenos apresentados nas questões propostas pelos professores nas atividades em sala de aula, bem como para solucionar as questões de avaliação externa. Assim, este estudo histórico-epistemológico considera os diferentes registros de representação vinculados às formas como a noção de progressão foi concebida ao longo da história.

2.1.2 Aspectos Históricos e Matemáticos

Os aspectos históricos ajudam a compreender o ensino da Progressão Geométrica. Por outro lado, a relação histórica entre matemática e sociedade torna-se um meio de contribuição, uma vez que a matemática está presente em todas as áreas do processo pelo qual a humanidade traspassou, seja social, histórico ou econômico.

Acreditamos que nas escolas os alunos não estão acostumados a escutar sobre a história de um determinado conteúdo de matemática como metodologia de ensino para contextualizar o assunto abordado pelo professor em sala de aula. A história é uma aliada do ensino-aprendizagem da própria matemática, pois através dela podemos entender o porquê da existência de tudo que pertence a esta ciência.

Com a utilização desse instrumento os alunos podem perceber que cada conteúdo matemático tem um surgimento lógico, permitindo aos mesmos a compreensão que a matemática foi surgindo ao longo do tempo, suprindo a necessidade da humanidade. Nesse sentido, Chaquiam (2017) aponta que, diante de algumas pesquisas, alguns autores acreditam que o uso da história da Matemática contribui para o desenvolvimento cognitivo do aluno, pois

> [...] a história da matemática, combinada com outros recursos didáticos e metodológicos, pode contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem da Matemática, emerge como uma possibilidade de buscar uma nova forma de ver e entender a Matemática, tornando-a mais contextualizada, mais integrada com outras disciplinas, mais agradável, mais criativa e mais humanizada. (CHAQUIAM, 2017, p.14)

Historicamente, o surgimento do termo PG, além de sua importância e influência histórico-social, reforça uma compreensão mais ampla da trajetória de conceitos e métodos matemáticos sem necessariamente se tornar um tema ou assunto específico, mas integrá-lo à pluralidade cultural, como apresentam, as progressões geométricas, como elemento matemático de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas práticos (religião, arquitetura) e problemas relacionados a outras ciências (física, astronomia), bem como problemas relacionados às investigações internas da própria matemática.

A Progressão geométrica (PG) é toda sequência de números não nulos em que cada termo, a partir do segundo, é igual ao anterior multiplicado por uma constante, chamada razão (q) da progressão (GIOVANNI, BONJORNO, 2016, p.183).

Sobre a matemática, as primeiras ideias podem ter começado com as primeiras manifestações de socialização humana e suas conquistas econômicas nas primeiras sociedades primitivas.

A Suméria (uma região da Mesopotâmia, atual Iraque), por exemplo foi o berço da escrita, da roda, da agricultura, do arco, do arado, da irrigação e de muitas outras inovações, e é muitas vezes referida como o Berço da Civilização. Os sumérios desenvolveram o mais antigo sistema de escrita conhecido - um sistema de escrita pictográfica conhecido como escrita cuneiforme, usando caracteres em forma de cunha inscritos em tábuas de argila cozidas - e isso significa que realmente temos mais conhecimento da matemática suméria e babilônica antiga do que da matemática egípcia primitiva.

Como no Egito, a matemática suméria inicialmente se desenvolveu em grande parte como uma resposta às necessidades burocráticas quando sua civilização se estabeleceu e desenvolveu a agricultura (possivelmente já no 6º milênio a.C.) para a medição de terrenos, a tributação de indivíduos, etc. os sumérios e babilônios precisavam descrever números bastante grandes enquanto tentavam traçar o curso do céu noturno e desenvolver seu sofisticado calendário lunar.

Eles foram talvez as primeiras pessoas a atribuir símbolos a grupos de objetos na tentativa de tornar mais fácil a descrição de números maiores. Eles passaram do uso de fichas ou símbolos separados para representar feixes de trigo, potes de óleo, etc., para o uso mais abstrato de um símbolo para números específicos de qualquer coisa. A partir do 4º milênio aC, eles começaram a usar um pequeno cone de argila para representar um, uma bola de argila para dez e um cone grande para sessenta. Ao longo do terceiro milênio, esses objetos foram substituídos por equivalentes cuneiformes para que os números pudessem ser escritos com a mesma caneta que estava sendo usada para as palavras do texto. Um modelo rudimentar do ábaco provavelmente estava em uso na Suméria desde 2700 - 2300 a.C.

A Tabela de Plimpton 322 (1900 a 1600 a.C), por exemplo, criada na Mesopotâmia, ilustrada na imagem 2 (abaixo), é uma das principais tabelas babilônicas, na qual está implícita a soma de uma progressão geométrica, dada por $1 + 2 + 2^2 + ...+ 2^9$.

Imagem 2: Tabuleta de barro babilônico com problemas geométricos em escrita cuneiforme, do acervo do Museu Britânico.

Fonte: Sigrist M et al 1996a / Catalogue of the Babylonian Tablets in the British Museum, II. Disponível em:< https://www.britishmuseum.org/collection/term/BIB1067>. Acesso em: 23 out 2021

Matemática egípcia

Os primeiros egípcios se estabeleceram ao longo do fértil vale do Nilo por volta de 6.000 a.C. e começaram a registrar os padrões das fases lunares e das estações, tanto por razões agrícolas quanto religiosas. Os agrimensores do faraó usavam medidas baseadas em partes do corpo (uma palma era a largura da mão, um côvado a medida do cotovelo à ponta dos dedos) para medir terrenos e edifícios muito cedo na história egípcia, e um sistema numérico decimal foi desenvolvido com base em nossos dez dedos. O texto matemático mais antigo do antigo Egito descoberto até agora, porém, é o Papiro de Moscou, que data do Império Médio egípcio por volta de 2000 - 1800 a.C.

Pensa-se que os egípcios introduziram o mais antigo sistema de numeração de base 10 totalmente desenvolvido pelo menos tão cedo quanto 2700 a.C. (e provavelmente muito cedo). Os números escritos usavam um traço para unidades, um símbolo de osso do calcanhar para dezenas, um rolo de corda para centenas e uma planta de lótus para milhares, bem como outros símbolos hieroglíficos para potências superiores de dez a um milhão. No entanto, não havia conceito de valor posicional, de modo que números maiores eram bastante complicados (embora um milhão exigisse apenas um caractere, um milhão menos um exigisse cinquenta e quatro caracteres).

O Papiro de Rhind, datado de cerca de 1550 a.C., é uma espécie de manual de instruções em aritmética e geometria, e nos dá demonstrações explícitas de como a multiplicação e a divisão eram realizadas naquela época.

Imagem 3: Papiro Matemático Rhind-Frente, acervo do Museu Britânico.

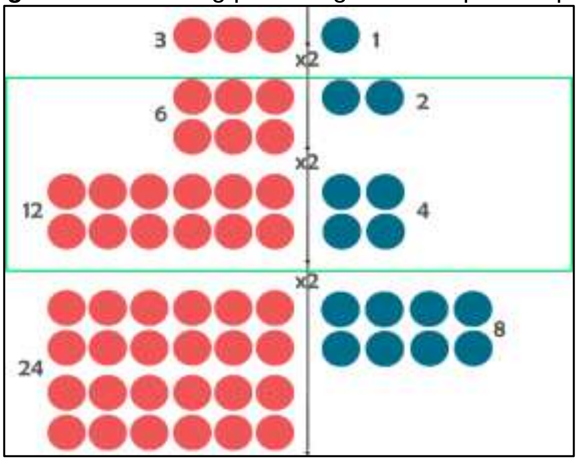
Fonte: The British Museum. Disponível em:<https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10057>. Acesso em: 23 out 2021

É um dos exemplos mais conhecidos da matemática egípcia antiga. Recebeu o nome após Alexander Henry Rhind, um antiquário escocês, comprar o papiro em 1858 em Luxor, Egito; aparentemente foi encontrado durante escavações ilegais no Ramesseum ou perto dele. O Museu Britânico, onde a maior parte do papiro está agora, o adquiriu em 1865 junto com o Rolo Matemático Egípcio de couro, também de propriedade de Henry Rhind. Existem alguns pequenos fragmentos mantidos pelo Museu do Brooklyn em Nova York e uma seção central de 18 cm (7,1 pol.) está faltando. É um dos dois papiros matemáticos conhecidos, juntamente com o papiro matemático de Moscou. O Papiro Rhind é maior que o Papiro Matemático de Moscou, enquanto o último é mais antigo.

Ele também contém evidências de outros conhecimentos matemáticos, incluindo frações unitárias, números compostos e primos, meios aritméticos, geométricos e harmônicos e como resolver equações lineares de primeira ordem, bem como sequências aritméticas e geométricas. O Papiro de Berlim, que data de cerca de 1300 a.C., mostra que os antigos egípcios podiam resolver equações algébricas (quadráticas) de segunda ordem.

A multiplicação, por exemplo, era conseguida por um processo de duplicação repetida do número a ser multiplicado de um lado e do outro, essencialmente uma espécie de multiplicação de fatores binários semelhante à usada pelos computadores modernos (veja na imagem 3 abaixo o exemplo).

Imagem 4: Método egípcio antigo de multiplicar 3 por 6

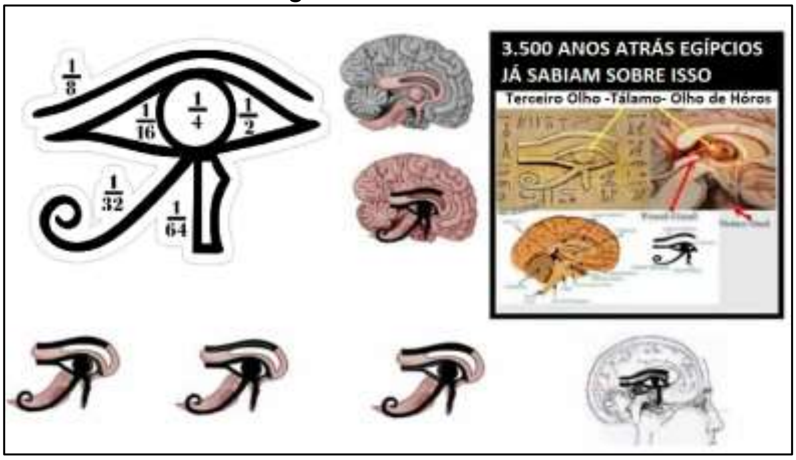


Fonte: adaptado de Fisiklain. Disponível em:<https://sites.google.com/site/fisiklain/_/rsrc/1468745351769/home/1/matematica-egipcia/tabegt.gif>. Acesso em: 23 out 2021

Esses blocos correspondentes de contadores poderiam então ser usados como uma espécie de tabela de referência de multiplicação: primeiro, a combinação de potências de dois que somam o número a ser multiplicado foi isolada e, em seguida, os blocos correspondentes de contadores do outro lado resultaram a resposta. Isso efetivamente fez uso do conceito de números binários, mais de 3.000 anos antes de Leibniz introduzi-lo no ocidente, e muitos mais anos antes do desenvolvimento do computador explorar plenamente seu potencial.

Problemas práticos de comércio e mercado levaram ao desenvolvimento de uma notação para frações. Os papiros que chegaram até nós demonstram o uso de frações unitárias baseadas no símbolo do Olho de Hórus (veja na imagem 5 abaixo), onde cada parte do olho representava uma fração diferente, cada metade da anterior (ou seja, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$), de modo que o total era um sexagésimo quarto aquém de um todo, o primeiro exemplo conhecido de uma sequência geométrica. Os egípcios multiplicavam todos os elementos por 64 e no final encontravam a soma $S=\frac{63}{64}$

Imagem 5: Olho de Hórus



Fonte: Adaptado de Conscious Vibe. Disponível em:<https://theconsciousvibe.com/wp-content/uploads/2022/02/blog_the-pineal-gland-the-eye-of-horus.jpg>. Acesso em: 23 out 2021

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, as Progressões Geométricas oferecem a possibilidade de estudo dos fatores históricos, abre-se espaço para o estudo da sua forma como um modelo matemático.

Conhecer um pouco da história das Progressões Geométricas oportuniza aprender caminhos lógicos para a construção do pensamento crítico e perceber as suas influências para o mundo moderno. Uma abordagem que envolva a História da Matemática contribui como suporte na elaboração de questões associadas ao tema, contribui para a redução das possibilidades de uma aula tornar-se meramente expositiva e unidirecional, no qual o momento de aprendizagem possua conexão mais próxima com a realidade, o que permitiu o desenvolvimento de habilidades que permitam análises mais abrangentes sobre o conteúdo estudado a partir de diálogos, debates, pesquisas bibliográficas, além do que há importância no potencial explicativo, que permite ao aluno conhecer e desenvolver sentidos estéticos e éticos em relação a fatos e questões do mundo.

De acordo com as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 75):

> As progressões aritméticas e geométricas 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, ...”).

Observar e investigar a regularidade de padrões numéricos deve fazer parte do trabalho, investigar e verificar suposições e generalizar, podem ser usados pelos alunos para desenvolver as ideias necessárias para o desenvolvimento da ciência hoje. Os PCNs sugerem o estudo de sequências e séries como uma oportunidade para o aluno visualizar o conceito de soma de quadros infinitos, estabelecendo assim a ideia de convergência no ensino médio.

Por isso, facilitamos a compreensão e a antecipação de situações-problema. Por exemplo, o estudo da taxa de aumento do número de casos de infectados pelo COVID-19. Também podemos relacionar o conceito de sequência e função. ou mesmo sequenciamento e matemática financeira. Observar como os matemáticos citados enriqueceram suas pesquisas, tornando o assunto mais atraente e significante para os alunos.

Definição

Chama-se **progressão geométrica** (**P.G.**) uma sequência dada pela seguinte fórmula de recorrência:

$$\begin{cases} a_1 = a \\ a_n = a_{n-1} \,.\, q, \forall n \in \mathbb{N},\ n \geq 2 \end{cases}$$

em que a e q são números reais dados.

Assim, uma **P.G.** é uma sequência em que cada termo, a partir do segundo, é o produto do anterior por uma constante q dada.

Eis alguns exemplos de progressões geométricas:

$\boldsymbol{f_1} = (1, 2, 4, 8, 16, \ldots)$ $\quad em\ que\ a_1 = 1\ e\ q = 2$

$\boldsymbol{f_2} = (-1, -2, -4, -8, -16, \ldots)$ $\quad em\ que\ a_1 1\ e\ q = 2$

$\boldsymbol{f_3} = \left(1, \frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}, \frac{1}{81}, \ldots\right)$ $\quad em\ que\ a_1 = 1\ e\ q = \frac{1}{3}$

$\boldsymbol{f_4} = \left(-54, -18, -6, -2, -\frac{2}{3}, \ldots\right)$ $\quad em\ que\ a_1 = -54\ e\ q = \frac{1}{3}$

$\boldsymbol{f_5} = (7, 7, 7, 7{,}7, \ldots)$ $\quad em\ que\ a_1 = 7\ e\ q = 1$

$\boldsymbol{f_6} = (5, -5, 5, -5, 5, \ldots)$ $\quad em\ que\ a_1 = 5\ e\ q = -1$

$\boldsymbol{f_7} = (3, 0, 0, 0{,}0, \dots)$ $\qquad$ $em\ que\ a_1 = 3\ e\ q = 0$

Classificação

As progressões geométricas podem ser classificadas em cinco categorias:

1ª) **crescentes** são as P.G. em que cada termo é maior que o anterior.

Notemos que isso pode ocorrer de duas maneiras:

a) P.G. com termos positivos

$$a_n > a_{n-1} \Leftrightarrow \frac{a_n}{a_{n-1}} > 1 \Leftrightarrow q > 1$$

b) P.G. com termos negativos

$$a_n > a_{n-1} \Leftrightarrow 0 < \frac{a_n}{a_{n-1}} < 1 \Leftrightarrow 0 < q < 1$$

Exemplo: $f1\ e\ f4$.

2º) constantes são as P.G. em que cada termo é igual ao anterior. Observemos que isso ocorre em duas situações:

a) P.G. com termos todos nulos

$$a_1 = 0\ e\ q\ qualquer$$

b) P.G. com termos iguais e não nulos

$$a_n = a_{n-1} \Leftrightarrow \frac{a_n}{a_{n-1}} = 1 \Leftrightarrow q = 1$$

Exemplo: $f5$.

3ª) **decrescentes** são as P.G. em que cada termo é menor que o anterior.

Notemos que isso pode ocorrer de duas maneiras:

a) P.G. com termos positivos

$$a_n < a_{n-1} \Leftrightarrow 0 < \frac{a_n}{a_{n-1}} < 1 \Leftrightarrow 0 < q < 1$$

b) P.G. com termos negativos

$$a_n < a_{n-1} \Leftrightarrow \frac{a_n}{a_{n-1}} > 1 \Leftrightarrow q > 1$$

Exemplo: $f2\ e\ f3$.

4ª) **alternantes** são as P.G. em que cada termo tem sinal contrário ao do termo anterior. Isso ocorre quando q < 0.

Exemplo: $f6$.

5ª) **estacionárias** são as P.G. em que $a_1 \neq 0\ e\ a_2 = a_3 = a_4 = \dots = 0$. Isso ocorre quando q = 0.

Exemplo: $f7$.

Notações especiais

Para a obtenção de uma P.G. com 3 ou 4 ou 5 termos é muito prática a notação seguinte:

1ª) para 3 termos: (x, xq, xq^2) ou $(\frac{x}{q}, x, xq)$

2ª) para 4 termos: (x, xq, xq^2, xq^3) ou $(\frac{x}{y^3}, \frac{x}{y},\ xy, xy^3)$

3ª) para 5 termos: $(x, xq, xq^2, xq^3, xq^4)$ ou $(\frac{x}{q^2}, \frac{x}{q},\ x, xq, xq^2)$

Fórmula do termo geral

Utilizando a fórmula de recorrência pela qual se define uma P.G. e admitindo dados o primeiro termo $(a_1 \neq 0)$, a razão $(q \neq 0)$e o índice (n) de um termo desejado, temos:

$$a_2 = a_1\,.\,q$$
$$a_3 = a_2\,.\,q$$
$$a_4 = a_3\,.\,q$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$a_n = a_{n-1}\,.\,q$$

Multiplicando essas n - 1 igualdades, temos:

$$\underbrace{a_2.a_2.a_2.\dots.}\,a_n = a_1.\underbrace{a_2.a_3.a_4.\dots.a_{n-1}}.q^{n-1}$$

cancelam-se

e, então, $a_n = a_1.q^{n-1}$, o que sugere o seguinte:

Teorema

Na P.G. em que o primeiro termo é a_1 e a razão é q, o n-ésimo termo é:

$$a_n = a_1.q^{n-1}$$

Demonstração:

Demonstra-se pelo princípio da indução finita.

Em que:

$a_n \rightarrow termo\ geral\ (ou\ enésimo\ termo)$ $\quad n \rightarrow ordem\ do\ termo$

$a_1 \rightarrow primeiro\ termo$ $\quad q \rightarrow razão$

Essa expressão é conhecida como **fórmula do termo geral de uma P.G** e permite calcular qualquer termo da P.G conhecendo apenas o primeiro termo (a_1) e a razão (q).

Exemplo: {6, 18, 54, 162, 486, 1458, 4374, 13122}

a1 = 6, n = 8, q = 3, an = 13122

Veja que o 1º termo a_1 = 6 multiplicado pela razão q = 3 resulta no 2º termo a_2 = 18, que multiplicado por q = 3 resulta no 3º termo a_3 = 54, e assim por diante, multiplicando pela razão encontraremos 162, 486, 1458, 4374 e 13122.

Deduzimos que cada termo, a partir do 2º, é o produto do termo anterior pela razão q.

Fórmula da Soma dos termos da P.G

Considere a PG finita $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n)$, de razão q, com $q \neq 1$.

A soma dos n termos dessa P.G, denotada por S_n, pode ser escrita da seguinte maneira.

Primeiro, considerando a soma dos termos da P.G:

$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ **(i)**

Depois, multiplicamos os dois membros da sentença pela razão q, com q ≠1:

$$q.S_n = q.(a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_n)$$

$$q.S_n = a_1.q + a_2.q + a_3.q + \cdots + a_n.q$$

$$q.S_n = a_2 + a_3 + a_4 \dots + a_{n+1} \qquad \textbf{(ii)}$$

Subtraindo **(i)** de **(ii)**, vem:

$$q.S_n - S_n = (a_2 + a_3 + a_4 \ldots + a_{n+1}) - (a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + c)$$

$$q.S_n - S_n = a_2 + a_3 + a_4 + \ldots + a_n + a_{n+1} - a_1 - a_2 - a_3 - \ldots - a_n$$

$$S_n.(q-1) = a_{n+1} - a_1 \quad S_n = \frac{a_{n+1} - a_1}{q-1} \quad S_n = \frac{\left[a_1.q^{(n+1)-1}\right] - a_1}{q-1}$$

$$S_n = \frac{(a_1.q^n) - a_1}{q-1}$$

Logo, para q ≠ 1, temos: $S_n = \frac{a_1.(q^n - 1)}{q-1}$

Interpolação geométrica

Interpolar k meios geométricos entre os números a e b significa obter uma P.G. de extremos $a_1 = a \; e \; a_n = b$, com n = k + 2 termos. Para determinar os meios dessa P.G. é necessário calcular a razão. Assim, temos:

$$a_n = a_1 . q^{n-1} \Rightarrow b = a . q^{k+1} \Rightarrow q = \sqrt[k+1]{\frac{b}{a}}.$$

Exemplo 1: Uma P.G é formada por 6 termos, onde a_1 = 4 e a_6 = 972. Determine os meios geométricos existentes entre a_1 e a_6 .

Solução: Para interpolar os meios geométricos entre 4 e 972 precisamos determinar o valor da razão da PG. Para isso, vamos utilizar a fórmula do termo geral.

$$a_n = a_1 \; . q^{n-1}$$
$$a_6 = a_1 \; . q^{6-1}$$
$$972 = 4 \; . q^5$$
$$q^5 = \frac{972}{4}$$
$$q = \sqrt[5]{243}$$
$$q = 3$$

Sabemos que a razão da P.G é **3** e que cada termo, a partir do segundo, é obtido fazendo o produto entre o termo anterior e a razão. Assim, teremos:

$$a_2 = a_1 . q = 4 \, . \, 3 = 12$$
$$a_3 = a_2 . q = 12 \, . \, 3 = 36$$
$$a_4 = a_3 . q = 36 \, . \, 3 = 108$$
$$a_5 = a_4 . q = 108 \, . \, 3 = 324$$

Portanto, temos a P.G (**4**, 12, 36, 108, 324, **972**).

Formalizando a definição de sequência como uma função

Considerando uma sequência numérica dada por uma fórmula do termo geral, podemos estabelecer uma relação entre a ideia de sequência e a ideia de função, pois, para cada índice n, existe um único termo a_n, ou, para cada número natural não nulo n, corresponde um único número $f(n) = a_n$.

$(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n, \ldots)$

$1 \rightarrow a_1; 2 \rightarrow a_2; 3 \; \rightarrow a_{a3}; \ldots; n \rightarrow a_n; \ldots.$

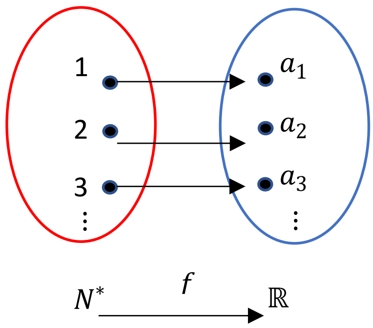
Assim, podemos definir:

Uma sequência infinita de números reais é uma função cujo domínio é N* = {1, 2, 3, ..., n, ...} e, para cada número natural não nulo, corresponde um único número real.

$$f: N^* \to \mathbb{R}$$
$$f: (n) \to a_n$$

Para uma sequência finita de números reais, a função que a determina tem como domínio um subconjunto dos números naturais não nulos {1, 2, 3, ..., n}, com n ∈ N*.

Dessa maneira, $f(1) = a_1,\ f(2) = a_2, \dots,\ f(n) = a_n, \dots$



3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGICO

Nesta etapa, discutiremos os fundamentos teóricos e participantes deste estudo, bem como focaremos na relação entre o objeto de estudo e a Tecnologia Digital (TD), bem como a construção de sequências didáticas para fins experimentais. Nesse sentido, as análises encontram ancoragem na abordagem instrumental de Pierre Rabardel (1995) e serão introduzidos os conceitos sobre a Teoria da Gênese Instrumental (TGI), baseados nos estudos de Piaget e Lev Vygotsky, e apresentados através da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa, a descrição dos pressupostos metodológicos aplicados na pesquisa com base nos estudos de Michele Artigue et al. (1995) e por fim nas contribuições de Zabala (1998), que nos auxilia no processo de desenvolvimento da SD.

3.1 A teoria da Instrumentação

Com os novos desenvolvimentos tecnológicos, emergem Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC), novas ferramentas tecnológicas como meio de informatização e melhoria dos meios de comunicação, onde, a cerca de 5 décadas atrás, o rádio que era um dos principais meios de comunicação, eventualmente veio a televisão que começou a assumir esse papel.

Após novos rumos tecnológicos, iniciou-se o processo de informatização, surgindo os computadores, as indústrias passaram a se informatizar, e todo processo industrial passou a iniciar com computadores, logo surgiu a automação industrial, então começaram a surgir outros meios de comunicação, internet, telefone e canais de televisão. Em 17 de junho de 1946, de acordo pesquisa do site Olhar Digital[1], surge o primeiro telefone móvel, como podemos dizer, a partir dessa data se iniciou uma corrida tecnológica, aparelhos celulares começaram a ganhar espaço no mercado, computadores móveis (palmtops), notebooks e tablets. Os jovens começaram a ficar mais alienados nas novas tecnologias de informação e comunicação, iniciavam-se as redes sociais, entre outros, softwares e links de comunicação.

Na educação também não foi diferente, começaram a surgir os laboratórios de informática nas escolas, com o tempo também, começaram a serem apresentados os slides nas salas, através de Data show, e assim os educadores começaram a ter um novo olhar sobre as Novas Tecnologia de Informação e Comunicação (NTICs), começaram a utilizar ferramentas e softwares nas práticas de sala de aula.

Ao se deparar com recursos tecnológicos como softwares, aplicativos, sites e plataformas online dedicados ao ensino de matemática, compreendemos que eles podem ajudar os professores a planejar e agir em sala de aula, alguns dos quais já são bem conhecidos: Excel, GeoGebra, Scratch. Vale a pena notar que não basta simplesmente trazer um computador e um programa de computador para a sala de aula e fazer os mesmos exercícios repetitivos baseados em aulas clássicas apenas reprodutivas; é preciso que o professor transforme o computador em uma ferramenta pedagógica instrumentalizada (RABARDEL, 1995) e proponha atividades que complementem as suas aulas.

---

[1] Olhar Digital. Disponível em: < https://olhardigital.com.br/2021/06/17/reviews/primeira-chamada-de-telefonia-movel-completa-75-anos/ >

A Teoria da Gênese Instrumental (TGI) de Rabardel será empregada para a fundamentação teórica deste estudo, proporcionando parâmetros para a elaboração da sequência de atividades referente aos dados que serão analisados advindos dos instrumentos, porque consideramos tal contribuição teórica uma direção significativa para o cumprimento dos NOSSOS Objetivos.

O objetivo de Rabardel (1995) era desenvolver uma teoria capaz de estudar os microprocessos de como a cognição está relacionada com uso de artefatos por seres humanos. Seu trabalho mencionou vários pesquisadores proeminentes, incluindo Piaget e Vygotsky, que já haviam se empenhado em empreendimentos semelhantes. Segundo Rabardel (1995), os trabalhos desses estudiosos sofreram uma série de deficiências.

Embora a psicologia piagetiana seja capaz de estudar como as ferramentas (e o ambiente) estão relacionadas com o pensamento, Rabardel (1995) argumenta que esta teoria não fazia distinção entre os objetos materiais e imateriais. Dentro da estrutura de Piaget, a principal propriedade dos artefatos é que eles são estruturados por leis físicas.

A construção específica de um artefato é, portanto, não considerado relevante, e artefatos são essencialmente considerados objetos não históricos e não culturais Rabardel (1995). Rabardel (1995) considera esta problemática, argumentando que artefatos (em oposição a objetos naturais) possuem dimensões culturais e históricas porque são construídos com um propósito específico e uma maneira particular de cumprir esse propósito em mente. Por esta razão, o design de um objeto está associado as possibilidades e limitações inerentes relacionadas à realização de uma tarefa, que o trabalho de Vygotsky não levou em conta.

Segundo Rabardel (1995) as atividades mediadas por artefato só poderiam ser totalmente compreendidas considerando-se seus fatores condicionantes culturais e históricos. Também destaca que Piaget estava fortemente focado no processo de assimilação relacionado às propriedades de um artefato. Desenhando em ideias semelhantes às do behaviorismo, donde argumentaram que sua teoria tendia a assumir que as propriedades de um artefato fariam com que o sujeito aprendesse algo específico (Rabardel,1995). O autor sugeriu uma visão mais dialética da relação entre artefatos e os sujeitos que os usam. Nesse sentido é, portanto, valioso apenas para um sujeito capaz de decodificar e compreender a tradição cultural e intelectual dentro da qual o artefato foi produzido.

Vygotsky sugeriu que o uso de artefatos resulta em 'ferramentas' de cognição, o que nos permite aprender sucessivamente com o uso de artefatos. Assim, este trabalho se aproxima de uma teoria da psicologia capaz de estudar a relação entre cognição e atividades mediadas por artefatos. Contudo, de acordo com Rabardel, o trabalho de Vygotsky só possuía a alavanca para estudar a macrogenética do pensamento, não sua microgenética, na atividade mediada por um artefato (Rabardel, 1995).

Para resolver essas limitações, Rabardel procurou construir uma estrutura para a compreensão de como o pensamento se relaciona com o uso de artefatos e, ao fazê-lo, fecha uma lacuna nas teorias disponíveis dentro da psicologia. Sua contribuição se intitula SAI (Situações de Atividades Instrumentais), no qual apresenta as relações entre sujeito e objeto, mediadas pelo instrumento. A formação da ferramenta é um processo de encontrar uma combinação entre as características do artefato (potencialidades e limitações) e as atividades do sujeito.

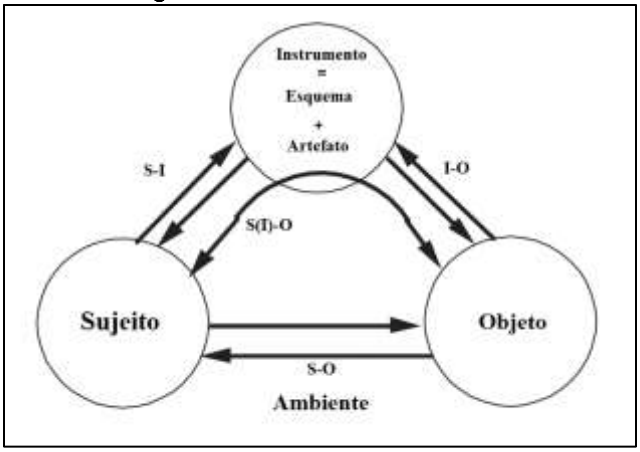
A Instrumentação, está voltada para o sujeito, para resolver um determinado problema de acordo com o artefato mediante o desenvolvimento de esquemas mentai, numa perspectiva de (VERGNAUD, g. 1996c), e a Instrumentalização, orientada para o artefato, em que o sujeito modifica, o artefato de acordo com 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 (RABARADEL, 1995), em que o sujeito não tem o domínio das ferramentas, que para realizar este trabalho chamou-se de recursos digitais (plataformas on-line, 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 imagem 6 a seguir:

Imagem 6: O Instrumento Mediador

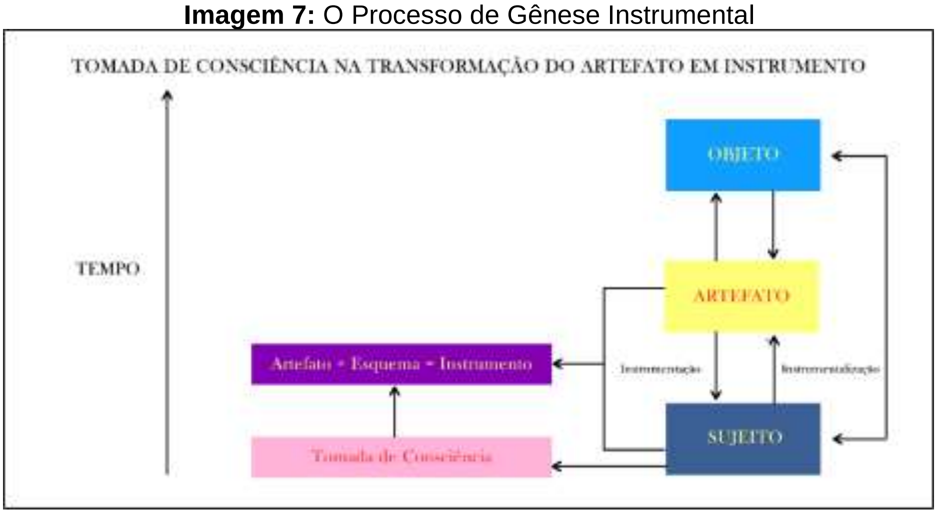


Fonte: Adaptado do instrumento mediador (Pierre Rabardel, 1995)

No estudo em questão, o sujeito é o aluno do 1° ano do Ensino Médio; o artefato, o ambiente de construção de aplicativos do App Inventor 2; os objetos são os conceitos de Progressão Geométrica: por exemplo, a construção e programação de um aplicativo de celular para calcular a razão de uma Progressão Geométrica (P.G.). E o instrumento? O instrumento é o App Inventor 2 acrescido dos esquemas mentais que o sujeito criará para responder a uma tarefa no ambiente de construção a partir dos recursos que ele (o software) apresenta. Para isso o sujeito buscará em seus conhecimentos prévios, tanto dos conceitos de Progressão Geométrica quanto das explorações das ferramentas do software para completar a tarefa proposta.

Como representado na imagem 7 a seguir:

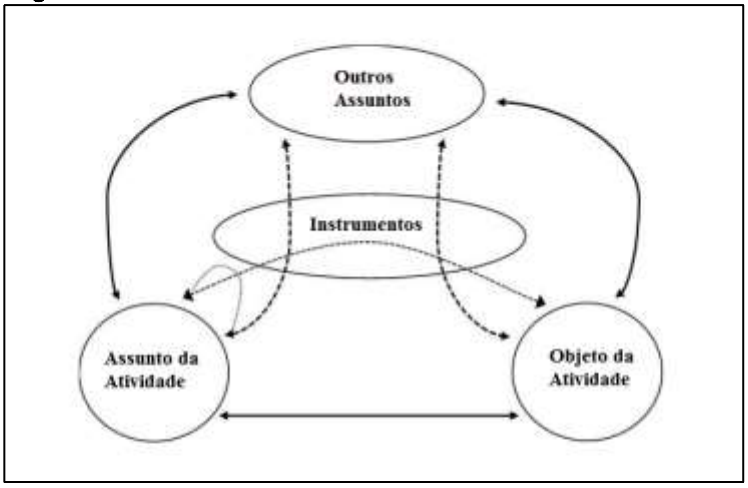
Imagem 7: O Processo de Gênese Instrumental



Fonte: Adaptado do instrumento mediador (Pierre Rabardel, 1995)

Rabardel também desenvolveu o modelo SACI (Situações de Atividades Coletivas Instrumentais) para a análise dos processos de apropriação envolvidos nas atividades grupais mediadas por artefatos. O diagrama abaixo representado na imagem 8 a seguir: é um tipo de diagrama do modelo SACI.

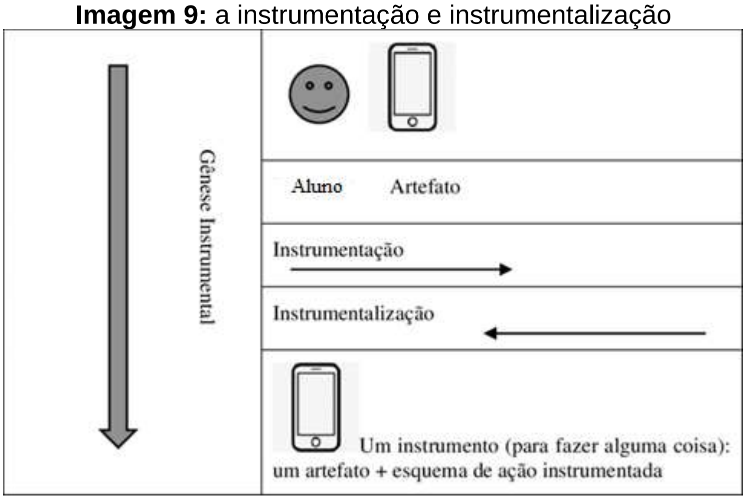
Imagem 8: O modelo SACI de Atividades Coletivas Instrumentais



Fonte: O modelo SACI de Atividades Coletivas Instrumentais (Rabardel, 1995)

De acordo com Rabardel (1995), a gênese instrumental tem duas dimensões: a instrumentação e instrumentalização.

Imagem 9: a instrumentação e instrumentalização



Fonte: Autor (2021)

Nas oficinas de construção dos aplicativos o conhecimento dos alunos guiará o meio pelo qual o instrumento será utilizado e em certo entendimento modelará o instrumento – instrumentalização. Os constrangimentos e potencialidades do instrumento influenciarão as estratégias de resolução de problemas do aprendiz e as correspondentes concepções que emergirão – instrumentação.

Na pesquisa experimental do ensino de matemática, a Engenharia Didática se destaca por sua natureza metodológica organizacional. Em geral, assemelha-se a duas fases, uma voltada para a pesquisa e outra para a ação em sala de aula, seu principal objetivo é tentar imaginar as sequências didáticas utilizadas em sala de aula e analisá-las para explicar especificamente os fenômenos e desenvolver questões principalmente teóricas. Nas secções seguintes será apresentado o tipo de atividades desenvolvidas durante o período de aplicação do trabalho, é também necessário apresentar o *App Inventor* 2 como ferramenta de construção de aplicações para o ensino da Progressão Geométrica, bem como alguns aspetos do recurso.

3.2 Atividades Investigativas no ensino de matemática

O desenvolvimento de vários métodos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem da matemática é resultado do aumento da pesquisa em educação. Uma delas é a pesquisa matemática. Sabe-se que os alunos aprendem quando podem e participam ativamente na formulação de seus próprios recursos cognitivos e questões a serem estudadas.

Considera-se que uma informação importante a ter em conta é a necessidade de atividades investigativas que facilitem o contacto dos alunos com novas informações, pelo que, por exemplo, torna-se necessário comunicar novas informações obtidas pelos próprios alunos.

As atividades de pesquisa devem incluir as seguintes características: formular uma hipótese como atividade essencial para a pesquisa científica; desenvolver um cronograma para a atividade experimental; oferecer momentos de comunicação do debate das atividades desenvolvidas; promover a dimensão coletiva do trabalho científico e apresentar aos alunos situações problemáticas em aberto, num nível de dificuldade adaptado à área de potencial desenvolvimento dos alunos em contacto com novas descobertas. Nessa perspectiva, o aluno está envolvido em um método de descoberta de determinados conceitos matemáticos e, portanto, torna-se um dos principais agentes de sua aprendizagem, assumindo um papel ativo, capaz de reconhecer seus próprios problemas e revelar, ensaiar e defender suas próprias ideias.

Por meio do ensino de descoberta, o ambiente de aprendizagem deve proporcionar ao aluno a compreensão de alternativas ou resultados, com semelhanças e conexões entre ideias não reconhecidas anteriormente. Diante disso, o aluno tem a oportunidade de assimilar novos conhecimentos em diferentes níveis de profundidade e em diferentes formas de representação, sem receber as “fórmulas prontas” antes de resolver a atividade.

Nessa abordagem, o professor desempenha um papel decisivo na atividade de pesquisa. Como mediador, é preciso equilibrar a necessária autonomia dada ao aluno para não comprometer sua autoria na investigação e garantir que o trabalho do aluno seja satisfatório, natural e significativo.

Nesse sentido, os professores têm a responsabilidade de desafiar os alunos avaliar o progresso raciocinar matematicamente e apoiar seu trabalho. Consequentemente, cuidados especiais devem ser tomados durante o evento. Porque ao desenvolver tais atividades, os alunos são naturalmente colocados em situações em que precisam encontrar relações matemáticas (ou fórmulas) e criar aplicativos que ajudem a resolver atividades semelhantes ou novas, no processo de apresentar desafios ainda maiores.

Assim, quando os alunos são colocados numa situação em que podem explorar a matemática aí contida, acredita-se que o processo educativo se desenvolve de uma forma mais interessante e motivadora para os alunos. Uma alternativa para o professor tornar suas aulas interessantes para o aluno é levá-lo a descobrir o conhecimento matemático, e isso é possível graças ao método da redescoberta.

3.3 Processos metodológicos

A pesquisa apresenta-se como um estudo qualitativo exploratório. De acordo com GIL (1991, p. 45). “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema”. Na busca de maior conhecimento, o pesquisador deve adotar e desenvolver hábitos que levem ao aprendizado por meio da investigação. Consequentemente, é necessário desenvolver a capacidade de observar, selecionar, organizar e usar um senso crítico da realidade social:

> a pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema GIL (1991).

A necessidade de resolver problemas relacionados à utilização da tecnologia digital e seu uso como ambiente de aprendizagem destaca a contribuição da Teoria Gênese Instrumental ou Teoria da Instrumentação, através do conceito de Pierre de Rabardel (1995). Como metodologia de pesquisa, utiliza-se a Engenharia Didática, com base nas contribuições de Michele Artigue (1995).

A proposta foca no uso do *App Inventor* 2 para a criação de aplicativos para *smartphones* por alunos do ensino médio e aplicada a sequência didática à investigação resolutiva de Progressões Geométricas (P.G). Quanto ao procedimento técnico, a pesquisa caracteriza-se como explicativa, pois para Gil (1991) esse tipo de pesquisa consiste essencialmente em submeter os objetos investigados à influência de determinadas variáveis, sob condições controladas e conhecidas do pesquisador, a fim de observar quais resultados a variável produz no objeto, pois será importante identificar os fatores que contribuem para a criação e utilização das aplicações dos sujeitos da pesquisa nas aulas de matemática da utilização da Teoria da Instrumentalização Didática, investigando a interação entre sujeito, instrumento e objeto, proposta por Rabardel.

3.3.1 Plataforma *App Inventor* 2

O MIT *App Inventor* é uma plataforma online, de aplicação open source (código aberto), uma ferramenta de programação baseada em blocos que permite que qualquer um, mesmo iniciantes, criem aplicativos das mais diversas características na extensão apk, executável em smartphones e tablets com sistema operacional Android.

Inicialmente desenvolvido pelo professor Hal Abeson e uma equipe do Google Education. App Inventor funciona como um Web Service administrado por membros do MIT's Center for Mobile Learning.

Nesse sentido, essa programação de interface visual intuitiva significa que mesmo pessoas que não estão familiarizadas com código de programação podem desenvolver seus próprios aplicativos, pois é comparativamente fácil criar seus próprios projetos. A interface do ambiente de programação funciona de duas formas: a primeira através do ambiente designer e a segunda através do ambiente Editor de blocos. No ambiente designer, o projeto é codificado em formato visual, ou seja, digitando botões, textos, imagens, enquanto no ambiente Editor de blocos, o algoritmo de programação é elaborado na forma de blocos, imagens que combinam arrastando e soltando lado a lado, demandando apenas algumas aptidões de raciocínio lógico, bom planejamento do que se quer produzir e interesse em pesquisa.

Os comandos do aplicativo são executados através do que é conhecido como "programação visual", onde as ações são organizadas pela justaposição de blocos lógicos, semelhantes a peças de um quebra-cabeça, facilitando o entendimento da programação e evitando a frustração quando ocorre "erro" de programação, permitindo facilmente a identificação e depuração de blocos e comandos. Nesse contexto, torna-se fundamental para o ensino da Progressão Geométrica, uma vez que o conteúdo exige o uso de estruturas de blocos que se assemelham a Álgebra. Por outro lado, para a construção dos aplicativos, essas estruturas devem ser entendidas como relações entre variáveis e elementos matemáticos convertidos em blocos de programação.

Para acessar a plataforma o usuário deve se cadastrar com uma conta de e-mail do *Google*, que dá acesso gratuito ao ambiente ao permitir que aplicativos sejam criados em dois ambientes distintos: (a) *designer*: mostra a aparência do aplicativo que será instalado no *smartphone,* a tela quando aberta, além das colunas paleta, visualizador, componentes e propriedades, conforme imagem 10 (abaixo).

Imagem 10: *Interface* de criação do *design* de aplicativos *App Inventor* 2

Fonte: Autor (2022)

e; (b) *Blocks* (Blocos), a qual deve ocorrer a estruturação da programação das ferramentas de comando organizadas no *layout*, como dispostos na imagem 11.

Imagem 11: Ambiente *Blocks* do *App Inventor* 2

Fonte: Autor (2022)

O ambiente de blocos possui comandos de controle, lógica, matemática, texto, listas, cores, variáveis e procedimentos que permitem customizar o aplicativo criado com a instrumentação da plataforma para servir de construção de um produto para o processo educacional.

Na imagem 12, apresentamos o exemplo da tela de um aplicativo construída no *App Inventor* 2, para o cálculo da razão de uma Progressão Geométrica, bem como sua programação.

3.3.2 Oficina de Instrumentalização

Assim, foi selecionada como amostra uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Pastos Bons-MA, que desenvolveu atividades relacionadas ao tema utilizando o laboratório de Informática, para serem analisadas em sessão específica posteriormente.

Os alunos da referida turma já haviam estudado P.G. Nesse contexto, trabalhamos com uma amostragem de 26 alunos. Aplicamos um questionário a eles no intuito de coletarmos informações referentes às suas condições sociais, econômicas e, principalmente, de aprendizagem de P.G.

No primeiro contato com os aprendizes, apresentamos a eles o objetivo de nosso trabalho; entregamos o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) seguido da devida explicação para que não ocorresse nenhum tipo de constrangimento durante a aplicação do questionário. A aplicação do questionário ocorreu e logo, após a assinatura dos alunos.

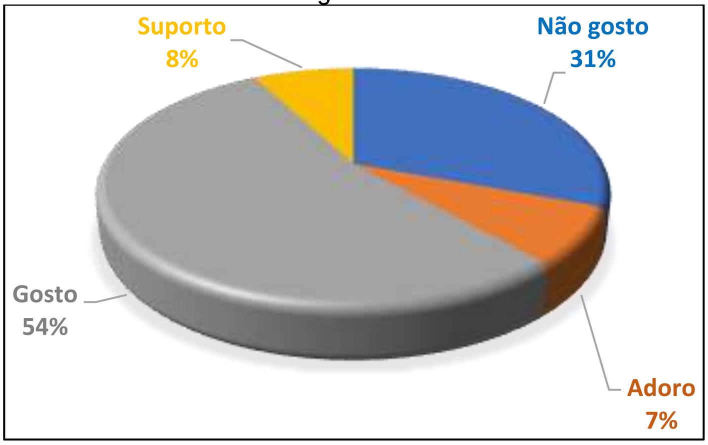
No questionário haviam indagações a respeito da vida familiar, social e escolar dos educandos. Em relação à amostra representativa, algumas informações que consideramos importantes sobre a turma, estão representadas por meio de gráficos.

Gráfico 1: Idade dos participantes da pesquisa

Fonte: pesquisa (2022)

Cerca de 46% dos alunos tem até 15 anos de idade; 54% dos alunos estão com algum tipo de distorção idade/série, um número bem considerável e preocupante, se levarmos em consideração o número inteiro de alunos: 24.

Gráfico 2: Se gosta de Matemática



Fonte: pesquisa (2022)

No gráfico acima, notamos que 54% dos alunos revelaram gostar de matemática, o que consideramos positivo, haja vista que a aceitação da disciplina por parte dos alunos torna-os, de certo modo, mais receptivos e participativos nas aulas.

4. PROPOSTA DE ATIVIDADE

Em determinadas situações da vida real, é muito comum notarmos certos padrões de crescimento, decrescimento, alternância e constância em determinados fenômenos naturais. A produção de peças em uma fábrica, o crescimento de uma colônia de bactérias, o crescimento populacional de uma cidade, a cadeia de mensagens nas redes sociais (uma pessoa recebe uma mensagem e tem que repassá-la para outras 10 pessoas, e cada uma delas deve enviar para outros 10, etc.), pilha de objetos, rendimento mensal da poupança, decaimento radioativo, ilustram como representar esses fenômenos com nível numérico (número sequencial).

Com base no exposto, constatamos que a realidade descrita matematicamente é empírica, ou seja, baseada em experiências e observações, mas a realidade matemática vai além dessa simples descrição. A partir daí, queremos explicar que o pensamento matemático simples, no contexto social atual, ajuda o cidadão a fazer inferências, conjecturar, gerar habilidades e tomar decisões.

Pensando nisso, e levando em consideração as aplicações da tecnologia (celulares) no dia a dia de nossos alunos, desenvolvemos uma Sequência Didática (SD) para o ensino da Progressão Geométrica. O objetivo é possibilitar o uso e a construção de aplicativos para ensinar P.G. através de um modelo de programação para dispositivos móveis (smartphones, tablets, computadores, TVs, etc.).

Assim, nossa Sequência Didática é composta por 07 momentos e 05 oficinas, sendo que dos momentos, 05 são reservados às aulas que privilegiam componentes do conteúdo da P.G. As demais aulas são dedicadas à aplicação de um questionário, de um pré-teste e de um pós-teste do questionário. Na turma serão aplicadas 5 atividades, sendo que cada atividade é dividida em duas partes: **atividades inicial** e **oficina de construção**, o que nos dá um total de 10 encontros somente para o desenvolvimento de tais atividades. Os tópicos da P.G. que serão contemplados nessa SD, seguem a seguinte ordem de execução: “o ensino da razão de uma P.G.”, “o ensino da classificação da P.G.”, “o ensino da fórmula para encontrar um termo qualquer da P.G.”, “o ensino da fórmula para somar os n termos de uma P.G”, “o ensino da fórmula para somar os infinitos termos de uma P.G” e “o ensino da interpolação de termos em uma P.G.”.

Observe no quadro abaixo o cronograma para a realização da aplicação da SD e das oficinas de construção, que ocorrerão em 34 horas/aulas no 1º semestre de 2022.

Tabela 1: Cronograma de aulas e oficinas de construção

MOMENTOS	ATIVIDADES	TEMPO
1º Momento	**Aplicação do questionário e Pré-teste**	02 h/a
2º Momento 1ª OFICINA	**Atividade Inicial 1:** atividade com o uso do App "RazaoPG_01"	02 h/a
	Oficina de Construção 1: construção e programação do Aplicativo para o cálculo da razão de uma P.G.	04 h/a
3º Momento 2ª OFICINA	**Atividade Inicial 2:** atividade com o uso do App "Classifica_PG"	02 h/a
	Oficina de Construção 2: construção e programação do Aplicativo para a Classificação da P.G.	04 h/a
4º Momento 3ª OFICINA	**Atividade Inicial 3:** atividade com o uso do App "Termo_Geral_PG"	02 h/a
	Oficina de Construção 3: construção e programação do Aplicativo para calcular um termo Geral da P.G.	04 h/a
5º Momento 4ª OFICINA	**Atividade Inicial 4:** atividade com o uso do App "SomaPG"	02 h/a
	Oficina de Construção 4: construção e programação do Aplicativo para somar os n termos de uma P.G.	04 h/a
6º Momento 5ª OFICINA	**Atividade Inicial 5:** atividade com o uso do App "Interpola_PG"	02 h/a
	Oficina de Construção 5: construção e programação do Aplicativo para interpolar termos em uma P.G	04 h/a
7º Momento	**Pós-teste**	02 h/a
	TOTAL	**34 h/a**

Fonte: Autor (2022)

4.1 Atividade 1

A atividade 1 é composta por duas etapas: a primeira denominada **atividade inicial 1** que será requerida dos alunos, por meio do uso do aplicativo "RazaoPG_01", o preenchimento de uma tabela, sendo que nessa tabela há os valores de entrada para serem colocados no app. Uma vez colocados os valores de entrada no app, os alunos obterão os valores de saída. Esses valores de saída completarão a tabela. Após o preenchimento da tabela, a tarefa do aluno será descrever suas percepções acerca das ações realizadas no app, procurando sempre fazer a relação com os valores contidos na referida tabela. Para isso, serão feitas algumas perguntas que nortearão a compreensão dos discentes.

A segunda etapa, intitulada **oficina de construção 1**, será direcionada para a construção de um app que calcula a razão de uma P.G e gera. Nessa atividade, se espera que os alunos participem ativamente do processo de construção do app, exercendo um protagonismo importante, por meio das devidas mediações. Nesse caso, os alunos conhecerão o *App Inventor* 2, plataforma de construção de aplicativos para dispositivos móveis.

Além disso, os educandos aprenderão a linguagem de programação direcionada a objeto, fazendo uso da lógica matemática para programar as funções (conteúdo de P.G.) do app. Em seguida, os aplicativos serão compilados, ou seja, reunidos em um código executável, e logo após, instalados nos celulares para então serem realizadas as atividades de verificação do app.

No quadro 1, a seguir, demonstramos a formalização da atividade 1, parte constituinte de nossa SD.

Quadro 1: formalização da atividade 1 de nossa SD

Título: Estudo da P.G. e de sua razão (q) por meio do uso e construção de um aplicativo que fornece seu cálculo.
Objetivos: a) usar o aplicativo "RazaoPG_01" para a formalização dos conceitos de P.G. e razão; b) construir um aplicativo que calcule a razão de uma Progressão Geométrica; c) instalar o app construído em dispositivos móveis (smartphone, tabletes, computadores, televisores, entre outros) cujo sistema operacional seja o Android; d) realizar atividades de verificação do app.
Materiais necessários: *Software App Inventor,* papel, caneta, lápis, internet, computador, tablete ou celular (pelo menos um aparelho para dois alunos).

Análise *a Priori*: Esperamos com essa atividade que os alunos desenvolvam o conhecimento acerca da razão de Progressão Geométrica (P.G.), bem como sua formação representativa. Esperamos também, que esse usuário se familiarize com a plataforma do MIT (*App Inventor*) e com as ferramentas que nele são utilizadas para programação, a fim de se tornarem aptos paras as atividades posteriores. Acreditamos que a partir dessa atividade, o aluno conseguirá conceituar a P.G.

Matemática a ser utilizada: É bastante frequente, na vida real, encontrarmos grandezas que sofrem variações iguais em intervalos de tempos iguais. Observe a seguinte situação.

Exemplo1: Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em julho de 2015 o estado mais populoso do Brasil era São Paulo, com aproximadamente 44.400.000 habitantes, população essa maior que das regiões Norte e Centro-Oeste juntas. Sabendo que a população do estado de São Paulo teve um crescimento de cerca de 0,8% em relação a julho de 2014, e supondo que esse crescimento anual se mantenha, qual seria a estimativa para a população desse estado em julho de 2018?

Solução: Para calcular esse valor, vamos partir da população em julho de 2015 que tem um número de 44.400.000 habitantes, se raciocinássemos da seguinte maneira: em julho de 2015. Se a população teve um crescimento de 0,8% ou 1,008 por ano, observe que, a partir de julho de 2016, a estimativa da população do estado de São Paulo foi obtida multiplicando-se a população de julho do ano anterior pela constante 1,008.

Logo, em julho de 2018, a população estimada seria de aproximadamente 45.474.148 habitantes.

A sequência (44.400.000; 44.755.200; 45.113.241,6; 45.474.147,5328) é um exemplo de progressão geométrica. O aumento constante de cada termo para o seguinte é chamado de razão da progressão; nesse caso, a razão dessa progressão é igual 1,008.

“Portanto, uma **Progressão geométrica (PG)** é toda sequência de números não nulos na qual o quociente entre cada termo, a partir do segundo, e o termo anterior é constante. Esse quociente constante é chamado **razão** da progressão e é representado pela letra **q**”.

Assim representando uma P.G. pela sequência (a_1, a_2, a_3, a_4, ..., a_n, a_{n-1}, a_{n+1},...) e aplicando a definição, temos:

$$\left.\begin{array}{l} a_2 = a_1 * q \Rightarrow \dfrac{a_2}{a_1} = q \\ a_3 = a_2 * q \Rightarrow \dfrac{a_3}{a_2} = q \\ a_n = a_{n-1} * q \Rightarrow \dfrac{a_n}{a_{n-1}} = q \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \ldots \frac{a_n}{a_{n-1}} = q$$

Portanto, em uma P.G, a razão (q) é calculada da seguinte maneira: quando $a_{n^{-1}} \neq 0$, a razão pode ser calculada fazendo-se q é igual ao quociente entre cada termo e o respectivo antecessor, q = $\frac{a_2}{a_1}$, q = $\frac{a_3}{a_2}$, q = $\frac{a_4}{a_3}$, q = $\frac{a_n}{a_{n-1}}$ e assim sucessivamente ,para todo n natural com n ≥2.

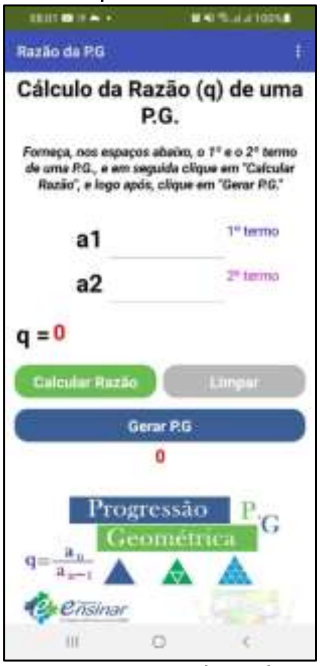
Fonte: Adaptado de Leonardo, Fabio Martins de. (2016). Conexões com a Matemática Ensino Médio v1, 3. Ed -p.201.

Dando prosseguimento, apresentamos a atividade inicial 1 e a oficina de construção 1, ambas pertencentes à atividade 1 da SD.

4.1.1 Atividade Inicial 1

1) Utilizando o aplicativo “RazaoPG_01” (imagem 5 abaixo), faça o que se pede:

Imagem 12: Aplicativo “RazaoPG_01”.



Fonte: Autor (2022)

i) Digite no aplicativo os valores de entrada (**a1** e **a2**) que estão na tabela;

ii) Preencha a tabela com os valores de saída (Progressão Geométrica (P.G.) e Razão(q)) que aparecerão no visor.

Tabela 2: Atividade inicial 1 utilizando o Aplicativo “Razão da P.G.”

a1	a2	Progressão Geométrica (P.G.)	Razão (q)
-2	-4		
1	-3		
10	10		
-8	-4		
-3	-9		
3	0		
2	-10		
-7	14		

Fonte: Autor (2022)

A partir da ação desenvolvida nos itens i) e ii) da questão 1, descreva o que você percebeu:

a) Em relação as colunas dos termos **a1**, **a2** e a coluna da **Razão (q)**.

b) Em relação as colunas dos termos **a1**, **a2** e a coluna da **Progressão Geométrica (P.G.)**.

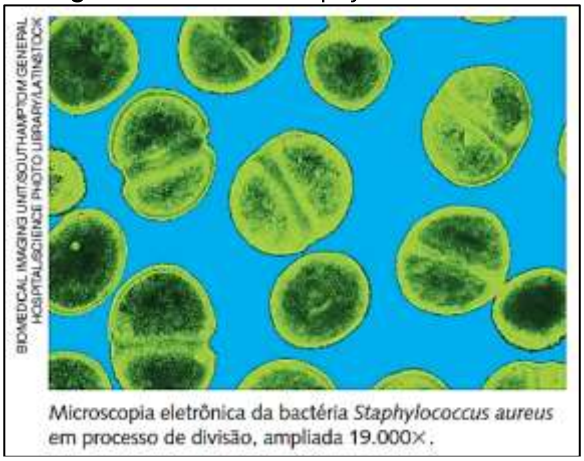
c) Em relação a coluna da **(P.G.)** e a coluna da **Razão (q)**.

4.1.2 Oficina de Construção 1

É bastante frequente, na vida real, encontrarmos grandezas que sofrem variações iguais, em intervalos de tempos iguais. Observe a seguinte situação:

“Uma população de bactérias dobra seu número a cada 30 minutos. Considerando que o processo se inicia com uma única bactéria, quantas existirão após 4 horas e 30 minutos?”

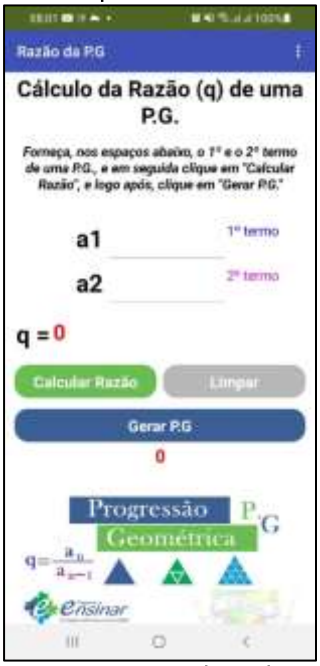
Imagem 13: bactéria Staphylococcus aureus



Fonte: Adaptado de Leonardo, Fabio Martins de. (2016). Conexões com a Matemática Ensino Médio v1, 3. Ed -p.203.

Situações como essa podem acontecer nas salas de aulas. Pensando nisso, fazemos o seguinte questionamento: “É possível construir um aplicativo para celular que resolva esse tipo de problema?”

Imagem 14: Aplicativo “RazaoPG_01”.



Fonte: Autor (2022)

Construção do modelo:

Construção e programação de um Aplicativo de celular para calcular a razão de uma Progressão Geométrica. Para tanto, utilizaremos o “*App Inventor* 2”, que é uma ferramenta para a criação de aplicativos, contido desde 2011 na plataforma do MIT (*Massachusetts institute of tecnology*) no endereço eletrônico “www.appinventor.mit.edu”, para acessar o usuário só precisa ter uma conta de e-mail do Google.

Nessa primeira atividade, iremos mostrar em nosso passo a passo o ambiente do *App inventor* 2 e seus principais recursos. Nas atividades posteriores os passos serão mostrados com esses requisitos já assimilados.

Para a construção e programação desse Aplicativo, devemos seguir criteriosamente os procedimentos descritos no **Anexo A**.

4.1.2.1 Questões de Verificação do Aplicativo 1

1) Utilizando o Aplicativo “RazaoPG_01” preencha a tabela, em que são dados os dois primeiros termos (a1 e a2) de uma progressão geométrica e pede-se a P.G e a razão:

a1	a2	Progressão Geométrica (P.G.)	Razão (q)
-3	18		
-8	-4		
12	12		
-8	-4		
-3	-9		
3	0		
2	10		
7	14		
14	-28		
-9	18		
18	-108		
-16	8		
4	20		
5	-20		
-5	25		
7	21		
-7	-35		
6	-18		
-4	66		
3	-285		

2) Complete a tabela dizendo a razão de cada uma das progressões geométricas utilizadas:

Progressão Geométrica	Razão
(120,60,30,15,$\frac{15}{2}$,...an)	q =
(5,-10,20,-40,80,...an)	q =
(16,8,4,2,1,...an)	q =
(6,18,54,162,486,...an)	q =
(-4,6,-9,$\frac{27}{2}$,-$\frac{81}{4}$,...an)	q =
(-3,9,-27,81,-243,...an)	q =
(10,20,40,80,160,...an)	q =
(5,10,20,40,80,...an)	q =
(-2,4,-8,16,-32,...an)	q =
(-25,50,-100,200,-400,...an)	q =
(1,-7,49,-343,2401,...an)	q =
(-8,32,-128,512,-2048,...an)	q =
(64,64,64,64,64,...an)	q =
(32,256,2048,16384,131072,...an)	q =
(32,64,128,256,512,...an)	q =
(-4,32,-256,2048,-16384,...an)	q =

(-32,64,-128,256,-512,...an)	q =
(6,24,96,384,1536,...an)	q =
(5,20,80,320,1280,...an)	q =
(-9,27,-81,243,-729,...an)	q =
(50,250,1250,6250,31250,...an)	q =

3) As sequências (-6,12,-24,48,-96,...) e (9,27,81,243,729,..) são progressões geométricas cujas razões valem, respectivamente:

a) -3 e 2. b) -2 e -3. c) 6 e 3. d) 3 e -2. e) -2 e 3

4) Adriano Henrique ganhou um vídeo game com um novo jogo. Usando apenas esse jogo, ele joga só duas vezes por dia. No primeiro dia ele fez 90 e 270 pontos. No segundo, conseguiu 810 e 2430 pontos. Supondo que ele continue seguindo esse padrão. Responda:

a) Quantos pontos conseguirá no quarto dia?

____

b) Qual a razão dessa progressão geométrica?

____

5) A sequência (-3,-24,-192,-1536,...an) é uma progressão geométrica cuja razão vale:

a) -3 b) 21 c) -8 d) 8 e) 12

4.2 Atividade 2

A atividade 2, assim como na atividade 1, é composta por duas etapas: **atividade inicial 2** e **oficina de construção 2**. A atividade inicial 2, permitiu o uso do aplicativo “Classifica_PG” para que os alunos pudessem manipular e preencher uma tabela com as informações contidas no App. Em seguida, os alunos escreveram suas percepções acerca da classificação de uma P.G. Essas percepções foram socializadas em sala de aula e formalizadas pelo professor.

A segunda etapa, oficina de construção 2, foi direcionada para a construção de um App que gera e classifica uma P.G. Posteriormente, o App foi compilado, ou seja, reunido em um código executável, e logo após, instalado nos celulares dos estudantes para então serem realizadas as atividades de verificação do App.

Apresentamos, adiante, a formalização da atividade 2, a qual compõe a nossa SD, produto desta monografia.

Quadro 2: formalização da atividade 2 de nossa SD

Título: Estudo da classificação de uma P.G por meio do uso e construção e um aplicativo que fornece seu resultado.

Objetivos: a) usar o App "Classifica_PG" para a formalização da classificação da P.G.; b) construir um App que gere, calcule a razão e classifique a P.G.; c) instalar em dispositivos móveis; d) realizar atividades de verificação do App.

Materiais necessários: *Software App Inventor*, papel, caneta, lápis, internet, computador, tablete ou celular (pelo menos um aparelho para dois alunos).

Análise a Priori: Esperamos com essa atividade que os alunos desenvolvam o conhecimento acerca da classificação de uma P.G., bem como sua formação representativa. Esperamos também, que esse usuário se familiarize com a plataforma do MIT (*App Inventor*) e com as ferramentas que nela são utilizados para programação, a fim de se tornarem aptos paras as atividades posteriores. Acreditamos que a partir dessa atividade, o estudante conseguirá classificar uma P.G.

Matemática necessária: As progressões geométricas podem ser classificadas em Crescentes, Decrescente, Oscilante, Constante ou Estacionária. Observe:

Em uma P.G, a razão determina o tipo de progressão geométrica, onde a razão q é igual ao quociente entre cada termo e o respectivo antecessor.

$q = \frac{a_n}{a_{n-1}}$, para todo n natural com n ≥2.

Por exemplo, na P.G (1,2,4,8,16...), temos $q = \frac{2}{1} = \frac{4}{2} = \frac{8}{4} = \frac{16}{8} = ... = 2$.

Considerando o primeiro termo e o valor da razão, podemos classificar uma P.G como:

$q > 1$ a P.G. é crescente. {1,4,16,64,...} $q = 4$

$0 < q < 1$ a P.G. é decrescente $\{10, 5, \frac{5}{2}, \frac{5}{4}, \frac{5}{8}\}$ $q = \frac{1}{2}$

$q = 1$ a P.G. é constante {3,3,3,3,3,...} $q = 1$

$q < 0$ a P.G. oscilante ou alternada {1,-2,4,-8,16} $q = -2$

q = 0 P.G quase nula, estacionária {5,0,0,0,0,0} q = 0

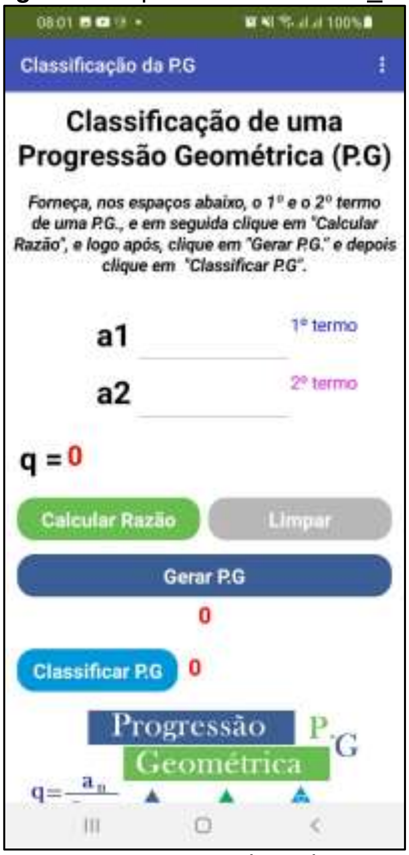
Fonte: Adaptado de Bonjorno, José Roberto (2016). Coleção Matemática Completa Ensino Médio 1º Ano, 4. Ed -p.183.

A seguir, demonstramos a atividade inicial 2 e a oficina de construção 2, ambas pertencentes à atividade 2 da SD.

4.2.1 Atividade Inicial 2

1) Com o aplicativo "Classifica_PG" em mãos (imagem abaixo), faça o que se pede:

Imagem 15: Aplicativo "Classifica_PG".



Fonte: Autor (2022)

i) Digite no aplicativo os valores de entrada (a1 e a2) que estão na tabela;

ii) Preencha a tabela com os valores de saída (Progressão Geométrica (P.G.), razão(q) e Classificação da P.G.) que aparecerão no visor.

Tabela 3: Atividade inicial 2 utilizando o Aplicativo ""Classifica_PG".

a1	a2	Progressão Geométrica (P.G.)	Razão (q)	Classificação da P.G

2	-4			
-1	-3			
8	8			
-21	-7			
-3	-9			
3	0			
4	-12			
-7	-14			

Fonte: Autor (2022)

4.2.2 Oficina de Construção 2

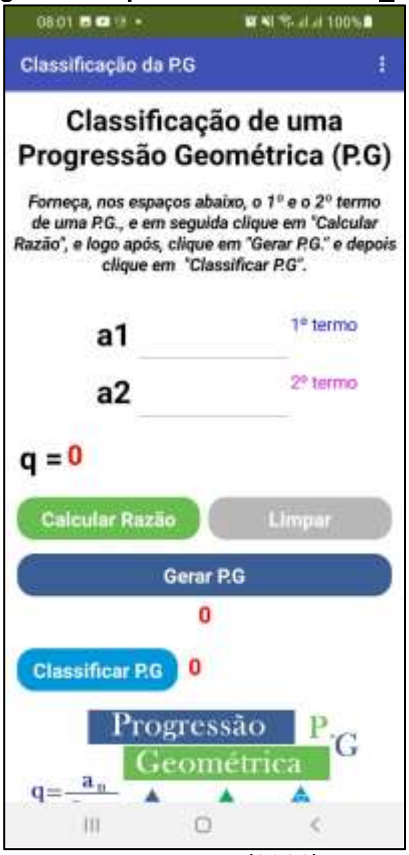
Na situação anterior, temos:

“Uma população de bactérias dobra seu número a cada 30 minutos. Considerando que o processo se inicia com uma única bactéria, quantas existirão após 4 horas e 30 minutos?”

Uma das maneiras de resolver, é entender que após quatro horas e meia, teremos 9 intervalos de 30 minutos, onde no instante inicial, havia apenas 1 bactéria e que cada intervalo de 30 minutos, o número de bactérias é dobrado. Então, no instante t = 1, haverá 2 bactérias, no instante t = 2, $2^2 = 4$ e assim sucessivamente formando uma P.G., por exemplo: (1,2,4,8,16,32,64,128,256,512), onde temos $q = \frac{2}{1} = \frac{4}{2} = \frac{8}{4} = \frac{16}{8} = \frac{32}{16} = \frac{64}{32} = \frac{128}{64} = \frac{256}{128} = \frac{512}{256}... = 2$. Agora suponhamos que o autor da questão perguntasse a classificação dessa P.G.

Pensando nessa nova situação: “É possível construir um aplicativo para celular que forneça esse tipo de resposta?

Imagem 16: Aplicativo "Classifica_PG".



Fonte: Autor (2022)

Construção do modelo:

Construção e programação de um Aplicativo de celular para a classificação da Progressão Geométrica (P.G). Será criado o layout e realizada a programação de seus componentes para a execução, que mostrará a representação da P.G infinita, a razão e a sua classificação.

Para a construção e programação desse Aplicativo, devemos seguir criteriosamente os seguintes passos que estão no **Anexo B**.

4.2.2.1 Questões de Verificação do Aplicativo 2

1) Na tabela abaixo, preencha as lacunas de acordo com os valores que aparecem no aplicativo "Classifica_PG" quando são fornecidos os valores dos primeiros dois termos (**a1** e **a2**) das Progressões:

Tabela 4: questões de verificação do Aplicativo "Classifica_PG."

a1	a2	Progressão Geométrica (P.G.)	Razão (q)	Classificação da P.G
2	-12			
4	8			
16	32			
-3	18			
4	60			
6	90			
20	40			
5	25			
2	2			
8	24			
32	64			
40	80			
32	128			
64	256			
7	21			
-4	32			
-32	64			
-9	27			
5	20			
9	27			
2	-12			

Fonte: Autor (2022)

2) Dê a razão e classifique cada uma das Progressões Geométricas abaixo. Em seguida responda as perguntas:

Tabela 5: questões de verificação do Aplicativo "Classifica_PG."

Progressão Geométrica (P.G.)	Razão (q)	Classificação da P.G
(2,8,32,128,512 ,...an)	q =	
(4,32,256,2048,16384,...an)	q =	
(16,80,400,2000,10000,...an)	q =	
(-3,9,-27,81,-243,...an)	q =	
(4,40,400,4000,40000,...an)	q =	
(6,18,54,162,486,...an)	q =	
(20,40,80,160,320,...an)	q =	
(5,25,125,625,3125,...an)	q =	
(7,7,7,7,7,...an)	q =	
(25,0,0,0,0,... an)	q =	
(10,20,40,80,160,...an)	q =	
(4,96,2304,55296,1327104,...an)	q =	
(3,12,48,192,768,...an)	q =	
(64,256,1024,4096,16384,...an)	q =	
(7,21,63,189,567,...an)	q =	
(-4,32,-256,2048,-16384,...an)	q =	

(-32,64,-128,256,-512,...an)	q =	
(-9,27,-81,243,-729,...an)	q =	
(5,20,80,320,1280,...an)	q =	
(9,27,81,243,729,...an)	q =	
(2,8,32,128,512 ,...an)	q =	

Fonte: Autor (2022)

a) Com base na coluna "Classificação da P.G", quantos e quais os tipos diferentes que podemos classificar uma P.G?

b) O que tem de comum nas razões em que a classificação é crescente?

c) O que tem de comum nas razões em que a classificação é decrescente?

d) O que tem de comum nas razões em que a classificação é constante?

e) O que tem de comum nas razões em que a classificação é oscilante?

f) O que tem de comum nas razões em que a classificação é estacionária?

e) Com base nas colunas "Razão (q)" e "Classificação da P.G", que relação existe entre o valor da razão e a classificação das Progressões Geométricas?

3) Classifique cada P. G. em crescente, decrescente, constante, oscilante ou estacionária e identifique a razão de cada uma delas.

a) (-1, -5, -25, -125, -625) ___________________ Razão = ___________

b) (5, 5, 5, 5, 5, 5...) ________________________ Razão = ___________

c) (2, 5, 25/2, 125/4, ...) _____________________ Razão = ___________

d) (2, 13, 169/2, ...) _________________________ Razão = __________

e) (540,0,0,0, ...) __________________________ Razão = ___________

f) (1, 1, 1, 1, ...) ___________________________ Razão = __________

g) (12,0,0,...) ______________________________Razão = ___________

h) (13, 13, 13, ...) __________________________ Razão = ___________

i) (20,-10,...) ______________________________ Razão = ___________

j) (18, 9, ...) ______________________________ Razão = ___________

k) (-4, -2, ...) _____________________________ Razão = ___________

l) (3, 21, 147, ...) ___________________________ Razão = __________

m) (3, -6, ...) _____________________________ Razão = __________

4.3 Atividade 3

A atividade 3 também é composta por duas etapas: a primeira é a atividade inicial 3, a qual permite o uso do aplicativo “Termo_geral_PG”, conduzindo os estudantes à manipulação e preenchimento da tabela com as informações contidas no App. Após essa tarefa, os aprendizes demonstravam suas percepções acerca do cálculo de um termo qualquer de uma P.G. de forma escrita. A oficina de construção 3 consiste na segunda etapa da atividade 3. Nessa, os alunos foram levados a construir o aplicativo que fornece o cálculo de um termo qualquer da P.G. Em todos os momentos de atividades, houve mediação docente no sentido de promover a interação entre os alunos, de retirar dúvidas e realizar demonstrações de cálculos quando necessárias.

Demonstramos em seguida, a formalização da Atividade 3 a qual integra a SD, parte constituinte, de nossa investigação

Quadro 3: formalização da atividade 3 de nossa SD

Título: Estudo da fórmula do Termo Geral de uma P.G por meio do uso e construção de um aplicativo que fornece seu cálculo.

Objetivos: a) usar o aplicativo “Termo_geral_PG” para a formalização do cálculo de um termo qualquer da P.G.; b) construir um aplicativo que calcule um termo qualquer de uma PG; c) instalar em dispositivos móveis; d) realizar atividades de verificação do app.

Materiais necessários: *Software App Inventor*, papel, caneta, lápis, internet, computador, tablete ou celular (pelo menos um aparelho para dois alunos).

Análise a Priori: Esperamos com essa atividade que os alunos desenvolvam o conhecimento acerca do cálculo de um termo qualquer de uma P.G. Esperamos também, que esse usuário se familiarize com a plataforma do MIT (*App Inventor*) e com as ferramentas que nela são utilizados para programação, a fim de se tornarem aptos paras as atividades posteriores. Acreditamos que a partir dessa atividade, o aluno conseguirá calcular qualquer termo da P.G.

Matemática a ser utilizada: A fórmula do termo geral de uma P.G é uma expressão usada para encontrar um termo qualquer de uma progressão geométrica, partindo do primeiro termo e da razão.

Seja a P.G: $(a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_{n-1}, a_n, a_{n+1}, \dots)$.

xq xq xq xq xq

sando a definição de P.G, temos:

$$
\begin{aligned}
a_2 &= a_1 \,.\, q \\
a_3 &= a_2 \,.\, q &&= (a_1 \,.\, q)\,.q = a_1 \,.\, q^2 \\
a_4 &= a_3 \,.\, q &&= (a_1 \,.\, q^2)\,.q = a_1 \,.\, q^3 \\
&\vdots && \vdots \\
a_n &= a_{n-1} \,.\, q &&= (a_1 \,.\, q^{n-2}).q = a_1 \,.\, q^{n-1}
\end{aligned}
$$

Então podemos concluir que:

$$a_n = a_1 \,.q^{n-1} \rightarrow \text{fórmula do termo geral de uma P.G}$$

Em que:

$a_n \rightarrow$ *termo geral (ou enésimo termo)* $\quad n \rightarrow$ *ordem do termo*

$a_1 \rightarrow$ *primeiro termo* $\quad q \rightarrow$ *razão*

Essa expressão é conhecida como **fórmula do termo geral de uma P.G** e permite calcular qualquer termo da P.G conhecendo apenas o primeiro termo (a_1) e a razão (q).

Exemplo: {6, 18, 54, 162, 486, 1458, 4374, 13122}

a1 = 6, n = 8, q = 3, an = 13122

Veja que o 1º termo a_1 = 6 multiplicado pela razão q = 3 resulta no 2º termo a_2 = 18, que multiplicado por q = 3 resulta no 3º termo a_3 = 54, e assim por diante, multiplicando pela razão encontraremos 162, 486, 1458, 4374 e 13122.

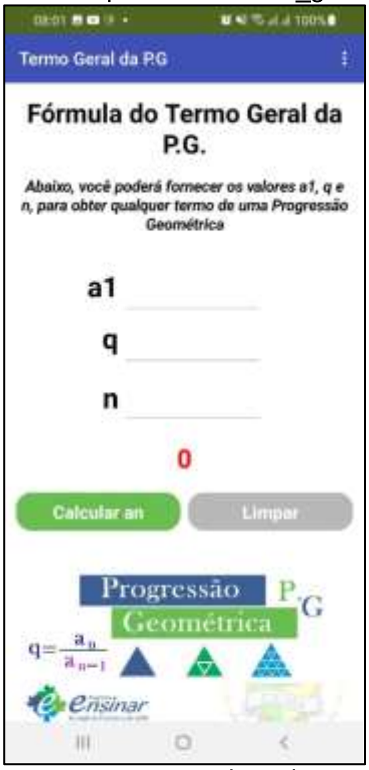
Deduzimos que cada termo, a partir do 2º, é o produto do termo anterior pela razão q.

Fonte: Adaptado de Leonardo, Fabio Martins de. (2016). Conexões com a Matemática Ensino Médio v1, 3. Ed -p.201.

4.3.1 Atividade Inicial 3

1) Utilizando o aplicativo "Termo_geral_PG" (imagem abaixo), faça o que se pede:

Imagem 17: Aplicativo “Termo_geral_PG”



Fonte: Autor (2022)

i) Preencha a coluna (q^{n-1}) da tabela.

ii) Digite no aplicativo os valores de entrada (a_1, q e n) que estão na tabela;

iii) Preencha a tabela com o valor de saída (Termo a_n) que aparecerá no visor.

Tabela 6: Atividade inicial 3 utilizando o Aplicativo "Termo_geral_PG".

$\mathbf{a_1}$	**q**	**n**	$(\boldsymbol{q^{n-1}})$	$\mathbf{a_n}$
-3	-6	12		
2	-5	10		
-8	3	17		
-7	-2	5		
-2	2	9		
3	0	15		
1	-3	8		
5	2	18		
8	4	16		
7	5	8		

Fonte: Autor (2022)

A partir da ação desenvolvida nos itens i), ii) e iii), descreva o que você percebeu:

a) Em relação a coluna (q^{n-1}) e a coluna do termo an.

b) Em relação as colunas a_1, (q^{n-1}) e a coluna do termo a_n.

c) Entre o valor de n e o resultado do cálculo do a_n, ao olhar para o visor do aplicativo "Termo_Geral_PG".

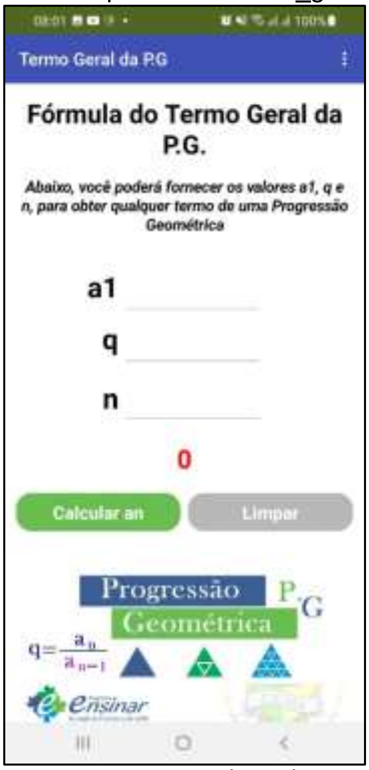
4.3.2 Oficina de Construção 3

Imaginemos uma outra situação:

“Uma dívida triplica a cada ano. Se hoje a dívida é de R$ 112,00, qual será seu valor após cinco anos?”

É possível criar um outro aplicativo para resolver esse tipo de questão?

Imagem 18: Aplicativo “Termo_geral_PG”



Fonte: Autor (2022)

Construção do modelo:

Construção e programação de um Aplicativo de celular para calcular um termo qualquer da Progressão Geométrica (P.G). Será criado o layout e realizada a programação de seus componentes para a execução, em que o usuário fornecerá alguns elementos (a1, q e n) e lhe será calculado o termo pedido (an).

Para a construção e programação desse Aplicativo, devemos seguir, criteriosamente os seguintes passos presentes no **Anexo C**.

4.3.2.1 Questões de Verificação do Aplicativo 3

1) Usando o aplicativo "Termo_Geral_PG" complete a tabela com os valores que faltam e em seguida responda o que se pede:

Tabela 7: Atividade inicial 3 utilizando o Aplicativo “Termo_geral_PG”.

a_1	q	a_{105}	a_{200}	a_{128}	a_{450}	a_{1000}	a_{1025}	a_{49}
-3	-2							
2	-6							
-8	3							
-7	-5							
-2	2							
3	0							
1	-8							
5	2							
8	2							
7	5							

Fonte: Autor (2022)

2) Na tabela abaixo, dê os termos pedidos usando o aplicativo "Termo_Geral_PG":

Tabela 8: Atividade inicial 3 utilizando o Aplicativo “Termo_geral_PG”.

Progressão Geométrica (P.G.)	a_{18}	a_{45}	a_{10}	a_{25}	a_{40}
(-2,4,-8,16,...)					
(-25,50,-100,200,...)					
(1,-7,49,-343,...)					
(8,32,128,512, ,...)					
(64,64,64,64,...)					
(32,256,2048,16384,...)					
(32,64,128,256,...)					
(-4,32,-256,2048,...)					
(-32,64,-128,256,..)					
(6,24,96,384,...)					

Fonte: Autor (2022)

3) (Padrões numéricos adaptada) Ana Paula está lendo o livro "Ensino de Pirâmides na Construção de Aplicativos para Smartphones" de Renato Darcio Noleto Silva, que tem 124 páginas, a cada dia ela lê, o dobro do que leu no dia anterior. Sabendo que ela leu 4 páginas no quarto dia. Quantas páginas ela lerá no sétimo dia?

a) $\frac{1}{2}$ b) 32 c) 64 d) 128 e) 8

4) Qual o primeiro termo na forma de fração da P.G: (...,34, 136, 544)?

a) $\frac{17}{3}$ b) $\frac{18}{2}$ c) 4,2 d) $\frac{17}{2}$ e) 8,5

5) (Padrões numéricos) Numa sala de conferência, a primeira fila possui 25 assentos, a segunda 75, a terceira 225, e assim sucessivamente. Quantos assentos possui a sétima fila?

a) 18.225 assentos b) 54.675 assentos c) 164.025 assentos d) 54.674 assentos e) 18.228 assentos

4.4 Atividade 4

A atividade 4 divide-se em duas etapas: **atividade inicial 4** e **oficina de construção 4**. Por meio da primeira, o aluno pôde usar o aplicativo "SomaPG" para preencher a tabela com as informações contidas no App. Após, sempre eram levados a registrar, por escrito, suas percepções acerca do cálculo da soma dos n termos de uma P.G. A oficina de construção 4, por sua vez, permitia a construção do app, o qual fornece o cálculo da soma dos termos de uma P.G. Nesse caso, havia o momento de interação entre alunos e alunos, alunos e professor para que pudessem tirar eventuais dúvidas e assim, terem êxito na realização das tarefas.

Abaixo, apresentamos a formalização da Atividade 4.

Quadro 4: formalização da atividade 4 de nossa SD

Título: Estudo da Soma dos "n" termos de uma P.G por meio do uso e construção de um aplicativo que fornece seu cálculo. **Objetivos:** a) usar o app "SomaPG" para a formalização do cálculo da soma dos termos de uma P.G.; b) construir um app que calcula a Soma dos "n" termos de uma P.G; c) instalar o app em dispositivos móveis; d) realizar as atividades de verificação do app da atividade 4. **Materiais necessários:** *Software App Inventor*, papel, caneta, lápis, internet, computador, tablete ou celular (pelo menos um aparelho para dois alunos). **Análise a Priori:** Esperamos que os alunos desenvolvam o conhecimento acerca da Soma dos "n" termos de uma Progressão Geométrica (P.G.). Acreditamos também, que esse usuário desenvolverá cada vez mais suas habilidades no nível computacional com o uso do *App Inventor*, assim como conseguirá conceituar como se calcula a soma dos termos de uma P.G.

Matemática a ser utilizada: Considere a PG finita $(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n)$, de razão q, com $q \neq 1$.

A soma dos n termos dessa P.G, denotada por S_n, pode ser escrita da seguinte maneira.

Primeiro, considerando a soma dos termos da P.G:

$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$ **(i)**

Depois, multiplicamos os dois membros da sentença pela razão q, com q ≠1:

$q.S_n = q.(a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_n)$

$q.S_n = a_1.q + a_2.q + a_3.q + \cdots + a_n.q$

$q.S_n = a_2 + a_3 + a_4 \ldots + a_{n+1}$ **(ii)**

Subtraindo **(i)** de **(ii)**, vem:

$q.S_n - S_n = (a_2 + a_3 + a_4 \ldots + a_{n+1}) - (a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + c)$

$q.S_n - S_n = a_2 + a_3 + a_4 + \ldots + a_n + a_{n+1} - a_1 - a_2 - a_3 - \ldots - a_n$

$S_n.(q-1) = a_{n+1} - a_1$ $S_n = \dfrac{a_{n+1} - a_1}{q-1}$ $S_n = \dfrac{[a_1.q^{(n+1)-1}] - a_1}{q-1}$

$$S_n = \frac{(a_1.q^n) - a_1}{q-1}$$

Logo, para q ≠ 1, temos: $S_n = \frac{a_1.(q^n - 1)}{q-1}$

Fonte: Adaptado de Leonardo, Fabio Martins de. (2016). Conexões com a Matemática Ensino Médio v1, 3. Ed -p.201.

4.4.1 Atividade Inicial 4

1) Utilizando o aplicativo "SomaPG" (figura abaixo), faça o que se pede:

Imagem 19: Aplicativo "“SomaPG”.

Fonte: Autor (2022)

i) Preencha as colunas $(q^n - 1)$ e $\frac{a_1}{q-1}$ da tabela.

ii) Digite no aplicativo os valores de entrada (a_1 , q e n) que estão na tabela;

iii) Preencha a tabela com o valor de saída (Soma S_n) que aparecerá no visor.

Tabela 9: Atividade inicial 4 utilizando o Aplicativo “SomaPG”.

a_1	q	n	$\frac{a_1}{q-1}$	$(q^n - 1)$	S_n
6	3	25			
8	2	15			
250	3	10			
116	3	25			
26	2	12			
254	3	8			
40	5	7			
145	6	12			
354	7	3			
652	5	7			
45	4	9			

Fonte: Autor (2022)

A partir da ação desenvolvida nos itens i), ii) e iii) da questão 4, descreva o que você percebeu:

a) Em relação a coluna n e a coluna do $(q^n - 1)$.

b) Em relação as colunas a1, q, $\frac{a_1}{q-1}$ e a coluna da soma S_n.

c) Em relação a coluna n e a coluna da soma S_n.

4.4.2 Oficina de Construção 4

Observe a seguinte situação:

"Uma empresa produziu 10 000 unidades de certo produto no 1º ano. A cada ano seguinte, produziu 20% a mais em relação ao ano anterior. Quantas unidades desse produto a empresa produziu ao todo em 5 anos?"

Pensando nessa situação: "É possível construir um aplicativo para celular que forneça esse tipo de resposta?"

Construindo o modelo:

Construção e programação de um Aplicativo de celular para calcular a Soma dos n primeiros termos de uma Progressão Geométrica (P.G). Será criado o layout e realizada a programação de seus componentes para a execução, onde o usuário fornecerá alguns elementos (a_1 , q e n) e lhe será calculado a soma dos n termos pedido (S_n).

Para a construção e programação desse Aplicativo, devemos seguir criteriosamente os seguintes passos que estão no **Anexo D**.

4.4.1 Questões de Verificação do Aplicativo 4

1) Na tabela abaixo, complete com o que falta usando os aplicativos do Termo Geral e o da Soma dos n termos da P.G:

Tabela 10: questões de verificação App 4 utilizando os Aplicativos “Termo_geral_PG e SomaPG”.

Progressão Geométrica (P.G.)	a_{12}	S_{12}	a_{18}	S_{18}	a_{40}	S_{40}	a_{60}	S_{60}
(6,18,54,...)								
(2,-10,50,...)								
(2,-4,8,...)								
(-7,14,-28,...)								
(-2,-4,-8,...)								
(3,0,0,...)								
(1,-3,9,...)								
(5,10,20,...)								
(-2,4,-8,...)								
(-25,50,-100,...)								
(1,-7,49,...)								
(8,32,128,...)								
(64,64,64,...)								
(32,256,2048,...)								
(32,64,128,...)								
(-4,32,-256,...)								

Fonte: Autor (2022)

2) Na tabela abaixo, complete com o que falta usando os aplicativos do Termo Geral e o da Soma dos n termos da P.G:

Tabela 11: questões de verificação App 4 utilizando os Aplicativos “Termo_geral_PG e SomaPG”.

Progressão Geométrica (P.G.)	a_{16}	S_{16}	a_{28}	S_{28}	a_{43}	S_{43}	a_{67}	S_{67}
(7,28,112,...)								
(5,-25,125,...)								
(2,-4,8,...)								
(7,14,28,...)								
(-2,-8,-32,...)								
(25,0,0,...)								
(1,-6,36,...)								
(-5,10,-20,...)								
(2,4,8,...)								
(25,50,100,...)								
(1,-7,49,...)								

(8,32,128,...)								
(64,64,64,...)								
(32,256,2048,...)								
(8,64,512,...)								
(-4,32,-256,...)								

Fonte: Autor (2022)

3) Dada a P.G (6, 48, 384, ...) A soma dos cinco primeiros termos da sequência é igual a:

a) 29.086 b) 27.087 c) 26.086 d) 28.086 e) 28.068

4) No sábado passado, Paula enviou uma mensagem por e-mail para três amigos. No dia seguinte, cada amigo de Paula que recebeu o e-mail enviou-o para três amigos e assim por diante. Se nenhuma pessoa recebeu a mensagem mais de uma vez, a quantidade de pessoas que receberam a mensagem até o sábado seguinte será de:

a) 8.940 pessoas b) 9.480 pessoas c) 9.840 pessoas d) 8.840 pessoas e) 9.849 pessoas

5) Clodoaldo criou um perfil em uma rede social para fazer posts sobre futebol. Na 1ª semana, houve 4 visitas ao perfil; na 2ª semana, 20 visitas; e, na 3ª semana, 100 visitas. Supondo que a quantidade de visitas ao perfil de Clodoaldo continue crescendo, semana a semana, nessa mesma taxa, qual será o total de visitas do perfil no final do 1o trimestre? (Considere que 1 trimestre tem 12 semanas.)

a) 244 140 624 visitas. b) 2140 140 624 visitas. c) 244 140 426 visitas. d) 244 144 624 visitas. e) 244 140 246 visitas.

4.5 Atividade 5

A atividade 5, como todas as anteriores, também está dividida em duas etapas. Assim, temos a atividade inicial 5 e a oficina de construção 5. Na primeira, é possível preencher a tabela com informações a partir do uso do App “Interpola_PG” cuja funcionalidade é inserir termos em uma P.G. Já a atividade de construção 5, possibilita a construção do App que fornece a interpolação de meios geométricos em uma P.G.

Descrevemos uma breve formalização da Atividade 5.

Quadro 5: formalização da atividade 5 de nossa SD

Título: Estudo da Interpolação de meios geométricos em uma P.G por meio do uso e construção de um aplicativo que fornece seu cálculo.

Objetivos: a) usar o app "Interpola_PG" para a formalização da interpolação de meios geométricos em uma P.G.; b) construir um app que interpole meios geométricos em uma P.G; c) instalar o app em dispositivos móveis; d) realizar a atividade de verificação do app da atividade 5.

Materiais necessários: *Software App Inventor*, papel, caneta, lápis, internet, computador, tablete ou celular (pelo menos um aparelho para dois alunos).

Análise a Priori: Esperamos que os aprendizes desenvolvam o conhecimento acerca da Interpolação de meios geométricos em uma P.G. tal como perceber, compreender a razão como peça fundamental para inserir meios geométricos. É possível que a partir da atividade 5, o educando consiga conceituar a interpolação geométrica de termos em uma P.G.

Matemática a ser usada: Em toda P.G finita $(\boldsymbol{a_1}, a_2, a_3, \ldots, a_{n-2}, a_{n-1}, \boldsymbol{a_n})$, de razão q, com $q \neq 1$, os termos $\boldsymbol{a_1}$ e $\boldsymbol{a_n}$ são chamados de extremos e os demais são chamados meios. Assim, na P.G: (**4**, 12, 36, 108, 324, **972**) os extremos são **4** e **972** enquanto que os meios são 12, 36, 108 e 324.

Sabe-se que uma progressão geométrica é uma sequência numérica que respeita uma lei de formação. Numa PG, todo termo, a partir do segundo, é obtido fazendo o produto entre o termo anterior e uma constante q. Essa constante q é chamada de razão da progressão geométrica. Interpolar meios geométricos entre dois números quaisquer a_1 e a_n significa determinar os números reais existentes entre a_1 e a_n para que a sequência numérica seja uma PG.

Para realização da interpolação de meios geométricos precisamos utilizar a fórmula do termo geral da PG:

$a_n = a_1 \cdot q^{n-1} \rightarrow \text{fórmula do termo geral de uma P.G}$

Em que:

$a_n \rightarrow$ *termo geral (ou enésimo termo)* $\quad n \rightarrow$ *ordem do termo*

$a_1 \rightarrow$ *primeiro termo* $\quad q \rightarrow$ *razão*

Interpolar **k** meios geométricos entre os números **a** e **b** significa obter uma **P.G** de extremos $a_1 = a$ e $a_n = b$, com n = k+2 termos. Para determinar os meios dessa P.G. é necessário calcular a razão. Assim, temos:

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1} \Rightarrow b = a \cdot q^{k+1} \Rightarrow q = \sqrt[k+1]{\frac{b}{a}}$$

Exemplo 1: Uma P.G é formada por 6 termos, onde a_1 = 4 e a_6 = 972. Determine os meios geométricos existentes entre a_1 e a_6 .

Solução: Para interpolar os meios geométricos entre 4 e 972 precisamos determinar o valor da razão da PG. Para isso, vamos utilizar a fórmula do termo geral.

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$$
$$a_6 = a_1 \cdot q^{6-1}$$
$$972 = 4 \cdot q^5$$
$$q^5 = \frac{972}{4}$$
$$q = \sqrt[5]{243}$$
$$q = 3$$

Sabemos que a razão da P.G é **3** e que cada termo, a partir do segundo, é obtido fazendo o produto entre o termo anterior e a razão. Assim, teremos:

$$a_2 = a_1 . q = 4 \, . \, 3 = 12$$
$$a_3 = a_2 . q = 12 \, . \, 3 = 36$$
$$a_4 = a_3 . q = 36 \, . \, 3 = 108$$
$$a_5 = a_4 . q = 108 \, . \, 3 = 324$$

Portanto, temos a P.G (**4**, 12, 36, 108, 324, **972**).

Fonte: Adaptado de IEZZI, Gelson e HAZZAN, Samuel. (2006). Fundamentos de Matemática Elementar: Sequências, Matrizes, Determinantes e Sistemas v4, 8ª. Ed -p.31.

4.5.1 Atividade Inicial 5

1) Com o aplicativo “Interpola_P.G.” em mãos (imagem abaixo), faça o que se pede:

Imagem 20: Aplicativo “Interpola_P.G”.

Fonte: Autor (2022)

i) Preencha as colunas $\boldsymbol{n}$ e $(\boldsymbol{q^{n-1}})$ da tabela.

ii) Digite no aplicativo os valores de entrada ($\mathbf{a_1}$, $\mathbf{a_n}$ e **nº de meios geométricos**) que estão na tabela;

iii) Preencha a tabela com os valores de saída (razão(**q**) e **(P.G)**.), que aparecerão no visor.

Tabela 12: Atividade inicial 5 utilizando o Aplicativo “Interpola_PG”.

$\mathbf{a_1}$	$\mathbf{a_n}$	**nº de meios geométricos**	**n**	$(\boldsymbol{q^{n-1}})$	**q**	**Progressão Geométrica (P.G)**
5						
2						
7						
-2						
25						
1						
-5						
2						
25						
1						

Fonte: Autor (2022)

A partir da ação desenvolvida nos itens i), ii) e iii) da questão 5, descreva o que você percebeu:

a) Em relação as colunas dos termos $\mathbf{a_1}$, $\mathbf{a_n}$ e a coluna da **Progressão Geométrica (P.G)**.

b) Em relação as colunas **n**, ($\boldsymbol{q^{n-1}}$) e a coluna da razão **q**.

c) Em relação a coluna **nº de meios geométricos** e a coluna da **P.G.**

4.5.2 Oficina de Construção 5

Observe a seguinte questão:

“Numa progressão geométrica, $a_1 = 5$ e $a_n = 2560$. Quantos meios geométricos existem entre a_1 e a_n?”

Pensando nessa questão: “É possível construir um aplicativo para celular que forneça esse tipo de resposta?”

Imagem 21: Aplicativo "Interpola_P.G".

Fonte: Autor (2022)

Construindo o modelo:

Construção e programação de um Aplicativo de celular para interpolar meios geométricos em uma Progressão Geométrica (P.G.). Será criado o layout e realizada a programação de seus componentes para a execução, onde o usuário fornecerá alguns elementos ($\boldsymbol{a_1}$, $\boldsymbol{a_n}$ e o **nº de meios geométricos**) e lhe será mostrado a razão (**q**) e a Progressão Geométrica (**P.G**) com os termos pedidos inseridos.

Para a construção e programação desse Aplicativo, devemos seguir criteriosamente os seguintes passos que estão no **Anexo E**.

4.5.1 Questões de Verificação do Aplicativo 5

1) Na tabela abaixo, complete com o que falta, utilizando o aplicativo de Interpolação da Progressão Geométrica (P.G):

Tabela 13: Atividade inicial 5 utilizando o Aplicativo "Interpola_PG".

Interpolar- meios geométricos	**Entre**	**Razão**	**Resultado- Progressão Geométrica (P.G)**
5		q =	
2		q =	
7		q =	

-2		q =	
25		q =	
1		q =	
-5		q =	
2		q =	
25		q =	
1		q =	

Fonte: Autor (2022)

2) Na tabela abaixo, complete com o que falta, utilizando o aplicativo de Interpolação da Progressão Geométrica (P.G):

Tabela 14: Atividade inicial 5 utilizando o Aplicativo "Interpola_PG".

a_1	a_n	**Nº de meios geométricos**	**Razão**	**Progressão Geométrica (P.G)**
5			q =	
2			q =	
7			q =	
-2			q =	
25			q =	
1			q =	
-5			q =	
2			q =	
25			q =	
1			q =	

Fonte: Autor (2022)

3) Se a sequência (10, a, 40, b, 160) é uma progressão geométrica, então o produto $a.b$ é igual a:

a) 160 b) 100 c) 1600 d) 160000 e) 1006

4) Quantos meios devem ser intercalados entre 78 125 e 128 para obter uma P.G. de razão $\frac{2}{5}$?

5) . Qual é o sexto termo de uma progressão geométrica, na qual dois meios geométricos estão inseridos entre 3 e -24, tomados nessa ordem?

a) -6 b) -96 c) -12 d) 12 e) -69

6) Qual é o número máximo de meios geométricos que devem ser interpolados entre 1 458 e 2 para a razão de interpolação ficar menor que $\frac{1}{3}$?

a) 6 meios geométricos b) 7 meios geométricos c) 5 meios geométricos d) 4 meios geométricos e) 8 meios geométricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o contexto social e o entusiasmo despertado pela novidade da utilização da temática tecnológica para o ensino da Matemática no Ensino Médio, os professores são apresentados a um novo perfil pedagógico em que as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação têm a possibilidade essencial de conduzir, de forma mais dinâmica e inovadora, o processo de ensino/aprendizagem. Nesse sentido, buscamos a importância de integrar esses recursos no ensino de matemática.

Desde a primeira impressão da busca de informações, conceitos, métodos, ferramentas, teorias e práticas. Percebemos lacunas na maneira como trabalhamos com a matemática. especialmente no conteúdo da progressão geométrica. O estudo de novos métodos, que inclui atividades de pesquisa, experimentos e integração de recursos tecnológicos. Consequentemente, o estudo foi realizado para observar como alunos do 1º ano do Ensino Médio usam informações sobre progressão geométrica, quando utilizam e constroem aplicativos para *smartphone*.

Efetuar essa experiência com os alunos deu a eles a oportunidade de trabalharem com atividades investigativas e também, uma forma diferente do professor desenvolver conteúdos matemáticos em sala de aula, o que promoveu a participação dos alunos afinal, esse tipo de atividade tira o professor do “centro” como o único detentor do conhecimento e, assim, gera uma maior possibilidade de que os alunos sejam guiados não apenas por “o que o professor deseja”, mas por sua própria curiosidade e usando suas próprias ferramentas para isso.

Depois de seguir esse caminho e havendo concluído a aplicação da SD, analisamos os dados do estudo para levar em consideração os objetivos aqui abordados. Na análise qualitativa, as interações sujeito-instrumento-objeto foram assistidas à luz da abordagem instrumental de Rabardel (1995) para a atividade instrumental.

Considera-se que a abordagem instrumental de Rabardel (1995) foi relevante para o estudo, pois nas interações que ocorreram nas cinco atividades instrumentais realizadas, visto que foi observado êxito na relação sujeito-objeto, pois os alunos apresentaram indícios de interações direcionadas sobre a P.G., por meio dos aplicativos. A relação sujeito-instrumento também apresentou evidências de que a aprendizagem se consolidou com êxito, pois os alunos conseguiram realizar todo o processo de construção e manipulação da P.G., utilizando as funções e os valores fornecidos pelo aplicativo (instrumento) para se chegar às conclusões sobre a P.G. A relação instrumento-objeto também apresentou evidências de que se firmou com êxito, pois o aplicativo (instrumento) atendeu às necessidades de construção e manipulação do objeto (P.G.).

Diante disso, a relação sujeito-objeto, mediada pelo instrumento, apresentou-se com evidências de sucesso, uma vez que é consequência da boa realização das demais interações. Por meio dessas análises, as atividades foram realizadas de forma satisfatória no bom ambiente formado pelas condições que o sujeito deve levar em consideração para realizar uma atividade instrumental.

A contribuição da plataforma *App Inventor* 2 para o ensino de matemática começa com a capacidade dada aos alunos de criarem sua própria calculadora. De acordo com a estrutura dos blocos de programação e a capacidade de resolver os cálculos desejados motivaram o processo de aprendizagem, pois um comportamento apresentado pelos alunos em quase todas as situações foi a motivação na busca para concluir a construção do aplicativo proposto, pois em determinados momentos em que houve um erro ao clicar no aplicativo em seus smartphones, o esforço para corrigir a programação aumentou sensivelmente.

A base de conhecimento adquirida pelos alunos permitiu examinar as interações entre o aluno e a tecnologia, observou-se que sua habilidade com aplicativos para *smartphone* contribuiu para a compreensão dos conteúdos propostos na criação das telas. Apesar de alguns alunos não possuírem habilidades com as ferramentas computacionais, o ambiente virtual da plataforma utilizada para as atividades, contribuiu para a superação desses obstáculos, com aparência e organização da linguagem simples e objetiva. Isso se deve ao fato de a plataforma oferecer um ambiente fértil para apoiar a criatividade de alunos e professores com uma ferramenta compatível com as mudanças tecnológicas e sociais ocorridas nos últimos anos, que é o acesso à rede de informações e de dispositivos eletrônicos de alto desempenho.

Acredita-se que a ideia de usar a plataforma *App Inventor* 2 nas aulas de matemática tenha sido bem recebida pelos alunos, com muitos alunos motivados pela ideia de instalarem em seus *smartphones* suas construções, colocando-os assim na posição de autores e não de simples usuários de aplicativo. Com relação ao desenvolvimento das atividades, considera-se satisfatório, pois os alunos foram direcionados a desenvolverem sua autonomia, tornando-se aprendizes ativos e responsáveis pela construção de seu conhecimento.

Portanto, com o uso correto de ferramentas tecnológicas, os alunos poderão aprender processos dinâmicos e formar ideias sobre matemática que sejam significantes para eles. Dentro dessa perspectiva, os cinco encontros realizados durante o desenvolvimento das atividades atingiram o objetivo quanto a promover a construção de aplicativos, pois o artefato assim compreendido para cada uma das cinco atividades da nossa SD, foram cedendo espaço para os esquemas de uso criados pelos estudantes durante a realização dessas atividades tornam-se similares aos esquemas previstos na análise *a priori*. Nesse contexto, a partir da *análise a posteriori*, foi possível perceber a instrumentalização do *App Inventor* 2 e de cada aplicativo construído e as noções de Progressão Geométrica que puderam ser compreendidas pelos alunos.

Assim, em relação ao conteúdo de progressão Geométrica que foi adquirido com a experiência, considerou-se que como os aplicativos propostos foram programados, considerou-se que a escolha de cada bloco de programação na sequência de ações para a estruturação dos aplicativos dependia a decisão tomada por cada aluno, mas a operação correta para cálculo dos valores foi executada corretamente apenas por causa da relação matemática utilizada, que foi descoberta pelos próprios alunos.

Portanto, acredita-se que as atividades propostas no trabalho promoveram o aprendizado do conteúdo concluindo que não seria possível completar as tabelas propostas nas atividades da SD sem o aplicativo, nem a construção de aplicativos sem o conhecimento das relações matemáticas, a não ser que houvesse uma nova fonte de informação sobre estes dois recursos. Por este motivo, acredita-se que o quadro de valores e aplicativos utilizados foram importantes para atingir o objetivo do estudo.

Consequentemente, percebe-se que o ensino se torna bem-sucedido, pois o professor mais do que simplesmente transmitir o conteúdo demonstra a aplicação da matemática nesse mundo virtual com o qual o aluno interage em tantas outras situações.

Com isso, esperamos contribuir para o trabalho docente, no sentido de possibilitar uma metodologia que faça uso de recursos tecnológicos, tornando o ensino significativo, dinâmico e motivador, onde se instigue no aluno um comportamento ativo, colocando-o como sujeito construtor do conhecimento e não mais como um mero receptor. Dessa forma, o ensino e aprendizagem de progressões geométricas ganham um novo instrumento mediador, que pode servir de modelo para outras pesquisas da mesma natureza.

Portanto, não pretendemos que nosso trabalho seja inquestionável, muito menos que se limite as reflexões sobre o tema, mas que possa servir, na medida do possível, como um impulsionador para a concretização de um fazer docente mais fecundo no que diz respeito ao processo de ensino e aprendizagem de P.G.

REFERÊNCIAS

ARTIGUE, M. (1995). **Ingeniería Didática**. In M. Artigue, R. Douady, & L. Moreno (Org.). Educación Matemática: Un esquema para la investigación y la innovavación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. (pp. 33-59).

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

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 21 out 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.
BRASIL. IDEB. **Resultados e Metas**. Disponível em: < http://ideb.inep.gov.br/resultado/>. Acesso em: 27 out 2021.

BRASIL. **Lei n° 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 dez 1996. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-norma-pl.html>.

BRASIL. Secretaria da educação Básica**. Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.

D'AMBROSIO, U. **História da Matemática e Educação**. In: Cadernos CEDES 40. História e Educação Matemática. 1ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1996, p.7-17.

IEZZI, Gelson e HAZZAN, Samuel. **Fundamentos de Matemática Elementar: Sequências, Matrizes, Determinantes e Sistemas**. Volume 4. São Paulo: Editora Atual, 2006.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **Educação Matemática**: Uma introdução. 2 ed. São Paulo: Educ, 2002. p. 197-208.

PCN - **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática.** Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília, DF, 1998.

PIAGET, J. **Fazer e Compreender**. SP, Melhoramentos, 1974.

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: 23 out 2021.

VERGNAUD, g. (1996c). **Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica**. Perspectivas, 26(10): 195-207.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Org. Michael Cole, et al. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998 (coletânea de ensaios publicados originalmente em russo entre os anos de 1930 a 1935).

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento do estudante

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Aluno)

Você está convidado (a) para participar da pesquisa intitulada "O Ensino e Aprendizagem de Progressão Geométrica por meio de tecnologias: uma sequência didática com o uso de aplicativos para celulares.", sob a responsabilidade do acadêmico-pesquisador **Alex Correia da Silva**[1], e **Renato Darcio Noleto Silva**[2] (orientador).

Nesta pesquisa, pretendemos analisar indícios de aprendizagem, consolidação e aplicação de conceitos matemáticos resultantes da execução de uma sequência didática sobre Progressão Geométrica com a instrumentalização de aplicativos, para alunos do 1º ano do Ensino Médio da rede estadual do médio Sertão Maranhense. A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para realização da mesma. Caso faça parte da amostra de aplicação da sequência didática, deverá também participar de um pré-teste, oficina, aplicação de uma sequência didática e pós teste.

Ressaltamos que em nenhum momento você será identificado. Os resultados produzidos 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 com um estudo sobre os dados coletados a partir da sua participação.

Você é livre para deixar de participar 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 o acadêmico-pesquisador **Alex Correia da Silva**[3], e o professor **Renato Darcio Noleto** (orientador) ou ainda por meio da Coordenação de Polo de Pastos Bons/MA, coordenadora: **Dayanna Rakel Correa de Sousa**, Cel: (99) 98445-42,9 ou no Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais (CECEN) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA): Cidade Universitária Paulo VI s/nº – Caixa Postal 09 – São Luís/MA- CEP:65870-000; Fone: (98) 2016-8100.

____________________, _____ de _________________ de 2022.

____
Assinatura do pesquisador

Eu, ____ aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

____
Participante da pesquisa

[1] Acadêmico do curso de Matemática Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão – Programa Ensinar do Polo de Pastos Bons-MA, alexsilva6@aluno.uema.br;

[2] Mestre em ensino de Matemática UEPA, Professor de matemática EBTT do IFMA, Professor MAGIII-SEDUCMA.

APÊNDICE B – Termo de consentimento do professor

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Programa Ensinar
Formação de Professores da UEMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Professor)

Você está convidado (a) para participar da pesquisa intitulada "O Ensino e Aprendizagem de Progressão Geométrica por meio de tecnologias: uma sequência didática com o uso de aplicativos para celulares.", sob a responsabilidade do acadêmico-pesquisador **Alex Correia da Silva**[1], e **Renato Darcio Noleto Silva**[2] (orientador).

Nesta pesquisa, pretendemos analisar indícios de aprendizagem, consolidação e aplicação de conceitos matemáticos resultantes da execução de uma sequência didática sobre Progressão Geométrica com a instrumentalização de aplicativos, para alunos do 1º ano do Ensino Médio da rede estadual do médio Sertão Maranhense. A sua colaboração na pesquisa será preencher o questionário com as perguntas norteadoras para realização da mesma. Caso faça parte da amostra de aplicação da sequência didática, deverá também participar de um pré-teste, oficina, aplicação de uma sequência didática e pós teste.

Ressaltamos que em nenhum momento você será identificado. Os resultados produzidos 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 com um estudo sobre os dados coletados a partir da sua participação.

Você é livre para deixar de participar 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 o acadêmico-pesquisador **Alex Correia da Silva**[3], e o professor **Renato Darcio Noleto** (orientador) ou ainda por meio da Coordenação de Polo de Pastos Bons/MA, coordenadora: **Dayanna Rakel Correa de Sousa**, Cel: (99) 98445-42,9 ou no Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais (CECEN) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA): Cidade Universitária Paulo VI s/nº – Caixa Postal 09 – São Luís/MA- CEP:65870-000; Fone: (98) 2016-8100.

____________________, _____de__________________de 2022.

____
Assinatura do pesquisador

Eu, ____ aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

____
Participante da pesquisa

[1] Acadêmico do curso de Matemática Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão – Programa Ensinar do Polo de Pastos Bons-MA, alexsilva6@aluno.uema.br;

[2] Mestre em ensino de Matemática UEPA, Professor de matemática EBTT do IFMA, Professor MAGIII-SEDUCMA.

APÊNDICE C – Questionário 1 do aluno

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Programa Ensinar
Formação de Professores da UEMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

QUESTIONÁRIO 1- (ALUNOS DO 1° ANO)

Prezado(a) aluno (a), estamos realizando um estudo que busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Para o êxito deste trabalho necessitamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua colaboração e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

1- Idade: _______anos.

2- Gênero: □ Masculino. □ Feminino. □ Outro.

3- Série/Ano: □ 1° ano. □ 2° ano. □ 3° ano.

4- Rede de ensino em que estuda?

□Municipal. □Estadual. □Federal. □Particular. □Outra.

5-Você já reprovou em matemática? □ Sim. □ Não.

5.1- Você já ficou reprovado (a) em alguma matéria de um dos blocos abaixo? (poderá marcar mais de uma)

□ Química, Física ou Biologia. □ História, filosofia ou sociologia.

□ Lingua portuguesa, estrangeira ou arte.

6- Com relação a disciplina de matemática:

□ Não gosto. □Suporto. □Gosto. □Adoro.

7- Quem é seu responsável masculino? □Pai. □Avô. □ Tio. □Irmão. □Outro. □Não tenho.

7.1- Qual a escolaridade do seu responsável masculino?

□Superior. □Médio. □Fundamental. □Fundamental incompleto. □Não estudou.

7.2- Seu responsável desenvolve atualmente alguma atividade remunerada?

□ Sim. □ Não.

8- Quem é sua responsável feminina? □Mãe. □Avó. □ Tia. □Irmã. □Outra. □Não tenho.

8.1 - Qual a escolaridade da sua responsável feminina? □Superior. □Médio. □Fundamental. □Fundamental incompleto. □Não estudou.

8.2- Sua responsável desenvolve atualmente alguma atividade remunerada?

□ Sim. □ Não.

9- Você já desenvolveu alguma atividade remunerada?

□ Sim, trabalho atualmente. □ Sim, hoje não mais. □ Estágio. □ Não.

10-Quem lhe ajuda nas tarefas de matemática?

□Professor particular. □Familia. □ Amigos. □Outros. □Ninguém.

11- Com que frequência você estuda matemática fora da escola?

□Todo dia. □ Somente nos finais de semana. □No periodo de prova (considerar até cinco dias). □Só na véspera da prova (considerar somente um dia antes). □Não estudo fora da escola.

12- Você consegue entender as explicações dadas nas aulas de matemática?

□Sempre. □Quase sempre. □Às vezes. □Poucas vezes. □Nunca.

13- Quais formas de atividades e/ou trabalhos o seu Professor (a) de matemática mais utiliza para a avaliação da aprendizagem?

□ Provas com questões abertas (subjetivas). □ Provas com questões de múltipla escolha. □ Provas com questões mistas (subjetivas e de múltipla escolha). □ Pesquisas. □ Projetos. □ Seminários. □ Experimentos. □ Outros.

14- Como você se sente quando está diante de uma avaliação em matemática?

□ Contente. □ Tranquilo. □ Com medo. □ Preocupado. □ Com raiva. □ Com calafrios.

15- As aulas de Matemática despertam sua atenção de maneira que o (a) motive a estudar?

□Sim. □Não. □ Às vezes.

16- Você consegue relacionar os conteúdos matemáticos ensinados em sala de aula com seu dia a dia?

□ Sim. □ Não. □ Às vezes.

17- Seu professor de matemática demonstra domínio do conteúdo? □ Sim. □ Não.

18- Como você avalia as explicações do seu professor de matemática?

□ Ruim. □ Regular. □ Suficiente. □ Boa. □ Excelente.

19- Você já estudou Progressão Geométrica? □ Sim. □ Não.

19.1- Se já estudou sobre Progressões Geométricas, favor informe a série.

□Ensino fundamental. □ 1° ano. □ 2° ano. □ 3° ano.

20- Para iniciar um novo conteúdo, seu professor de matemática, na maioria das aulas inicia:

□ Com uma situação problema para depois introduzir o assunto.

□ Com a história do assunto para depois explorar os conceitos.

□ Pela definição seguida de exemplos e exercícios.

□ Com um modelo para situação e em seguida analisando o modelo.

□ Com jogos para depois sistematizar os conceitos.

□ Com um experimento para chegar ao conceito.

21- Para praticar o conteúdo de progressão geométrica seu professor costuma (ava):

□ Apresentar uma lista de exercícios para serem resolvidos.

□ Apresentar jogos envolvendo o assunto.

□ Solicitar que os alunos resolvessem os exercícios do livro didático.

□ Solicitava que os alunos procurassem questões sobre o assunto para resolver.

□ Não propõe questões de fixação.

22- Seu professor já lhe permitiu fazer uma auto avaliação sobre os conteúdos estudados?

□ Sim. □ Não. □ Não sei responder.

23- Com que frequência seu professor faz uso de tecnologias digitais nas aulas?

□ Nunca. □ Raramente. □ Ocasionalmente. □ Quase sempre.

□ Sempre. □ Oferta de oficinas com atividades complementares.

24- Você costuma fazer uso de quais tecnologias digitais no seu dia-a-dia (poderá marcar mais de uma):

□Não costumo utilizar. □ Computador (notebook). □ Celular, tablet ou similares. □ Calculadora. □ Outro (a).

24.1- Possui tablet ou celular? □ Sim. □ Não.

24.2- Possui computador de mesa (desecktop) ou notebook? □ Sim. □ Não.

24.3 – Possui internet em casa? □ Sim. □ Não.

24.4 – Tem acesso à internet na escola? □ Sim. □ Não.

25- Com relação à utilização do celular na sala de aula, assinale a alternativa que mais se aproxima da sua realidade:

□ Há alguma proibição do professor ou da escola quanto a utilização na resolução de atividades

□ Há consenso entre alunos e professores para a não utilização.

□ O professor já propôs atividades que tinham como estratégia o uso de celular.

□ O professor já propôs atividades que tinham como estratégia o uso de computadores, mas não celular.

□ A utilização de tecnologias digitais (computadores, celulares, dentre outros) não faz parte das discussões em sala de aula.

26- Quanto tempo, em média, você faz uso do celular quando se encontra fora da sala de aula?

□ Não utilizo. □ 0 a 2 horas. □ 2 a 4 horas. □ 4 a 6 horas. □ Mais de 6 horas. □ Não tenho noção, pois utilizo a todo instante.

27- Tem conhecimento básico de programação?

□ Sim □ Não. caso tenha, quais?_______________

28- Você conhece o *App Inventor* 2? □ Sim □ Não

29- Você já fez uso de algum aplicativo de celular?

□ Sim □ Não, quais?_______________

30- Que nota, você daria, a uma aula com a utilização de aplicativos de celulares?

□ 0 a 2 □ 2 a 4 □ 4 a 6 □ 6 a 8 □ 8 a 10

De já, agradecemos sua pré-disposição em contribuir com a nossa pesquisa.

Muito Obrigado!

APÊNDICE D – Questionário de afinidade com o conteúdo de Progressão Geométrica

UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

Programa ensinar
Formação de Professores da UEMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

Prezado(a) aluno (a), estamos realizando um estudo que busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Para o êxito deste trabalho necessitamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua colaboração e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

QUESTIONÁRIO 2- (ALUNOS DO 1º ANO)

Com base na sua experiência quando você estudou progressão geométrica preencha o quadro a seguir.

(**MF**: Muito Fácil; **F**: Fácil; **R**: Regular; **D**: Difícil; **MD**: Muito difícil)

Conteúdo	**Não estudei**	Qual grau de dificuldade que você teve para aprender?				
		MF	**F**	**R**	**D**	**MD**
Definição de Progressão Geométrica.						
P.G Crescente; decrescente; constante; oscilante ou Alternada; quase nula/estacionária.						
Identificação dos elementos ou termos de uma P.G.						
Utilização da fórmula do termo geral da P.G.						
Interpolação Geométrica.						
Soma dos n termos de uma P.G.						

De já, agradecemos sua pré-disposição em contribuir com a nossa pesquisa.

Muito Obrigado!

APÊNDICE E- Avaliação das oficinas de nivelamento

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Programa ensinar
Formação de Professores da UEMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA ENSINAR PASTOS BONS
CURSO: MATEMÁTICA LICENCIATURA
POLO: PASTOS BONS

Avaliação qualitativa

Oficinas: Instrumentação do *App Inventor* 2 para a criação de aplicativos matemáticos.

Dê sua opinião de acordo com o que se segue:

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

10- Você considera que a sua motivação para estudar a disciplina de matemática aumentou com as atividades com o App Inventor e a criação de aplicativos?	( )	( )	( )	( )	(X)

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

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

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

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

13- Faça uma crítica as oficinas:

No começo das oficina eu estava com dificuldade nos blocos, mas depois das três aulas eu consegui configurar

14- Faça um elogio as oficinas:

As oficinas me ajudaram na construcco dos aplicativo e na aprendizagem de progressão

15- Avalie o orientador:

Ele me ajudou muito quando eu estava com dificuldade. ~~Ele~~ ensinou como funcionava os blocos e também no assunto de matemática

De já, agradecemos sua pré-disposição em contribuir com a nossa pesquisa.

Muito Obrigado!

Oficina de Construção do aplicativo 1-Passo a passo

O *App Inventor* tem compatibilidade com os sistemas operacionais Mac OS X, Linux , Windows e celulares Android. As aplicações criadas com o *App Inventor* podem ser instaladas em qualquer celular Android. Para ter acesso ao ambiente de desenvolvimento do *App Inventor*. Siga os passos a seguir para preparar o ambiente de desenvolvimento do *App Inventor*:

Passo 1: Acessar a Plataforma do MIT *App Inventor* 2. Para ter acesso ao ambiente de desenvolvimento do *App Inventor* cada usuário precisa ter uma conta de e-mail do *Google*[2] e acesso à internet. Vá na barra de endereço do navegador (Chrome, Firefox ou Safari, por exemplo) do computador e digite o endereço https://appinventor.mit.edu/ como mostra a Imagem 1, em seguida, a página do MIT será aberta. Você poderá acessa-lo com qualquer navegador, porém dê preferência ao navegador Chrome do Google, pois ao acessar o ambiente ele estará totalmente em inglês, e com o uso do Chrome será possível fazer a tradução para o português.

Imagem 1: Barra de endereço do navegador

Fonte: Autor (2022)

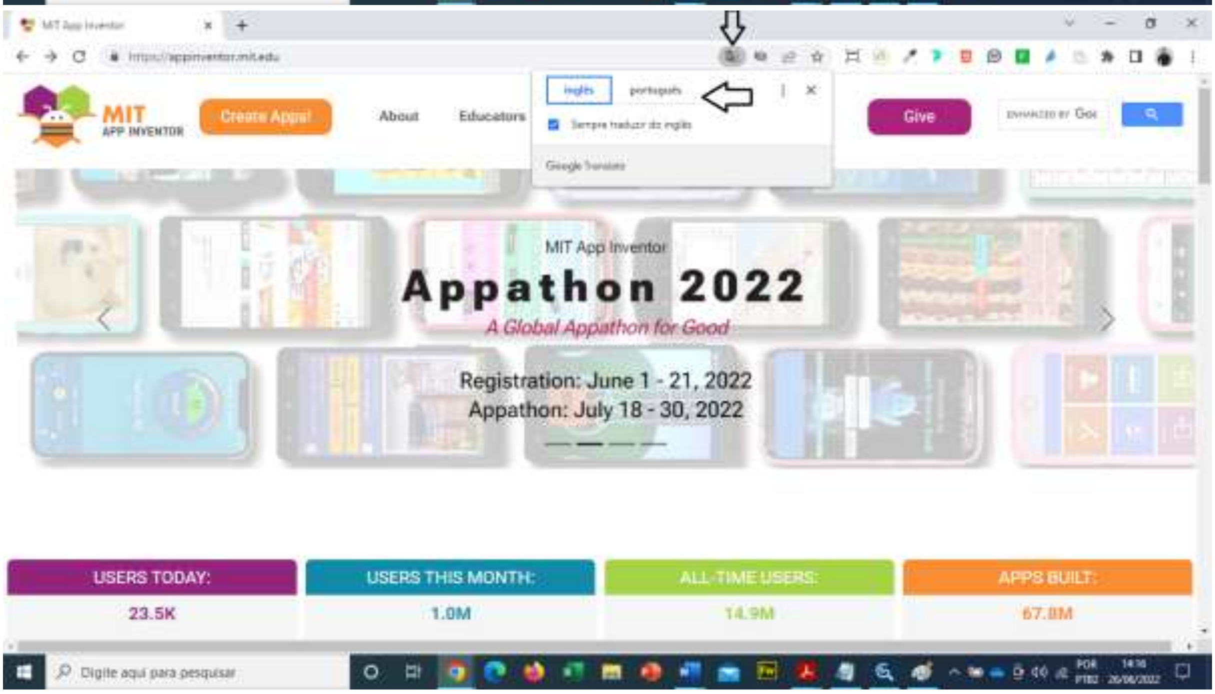
Página do MIT aberta

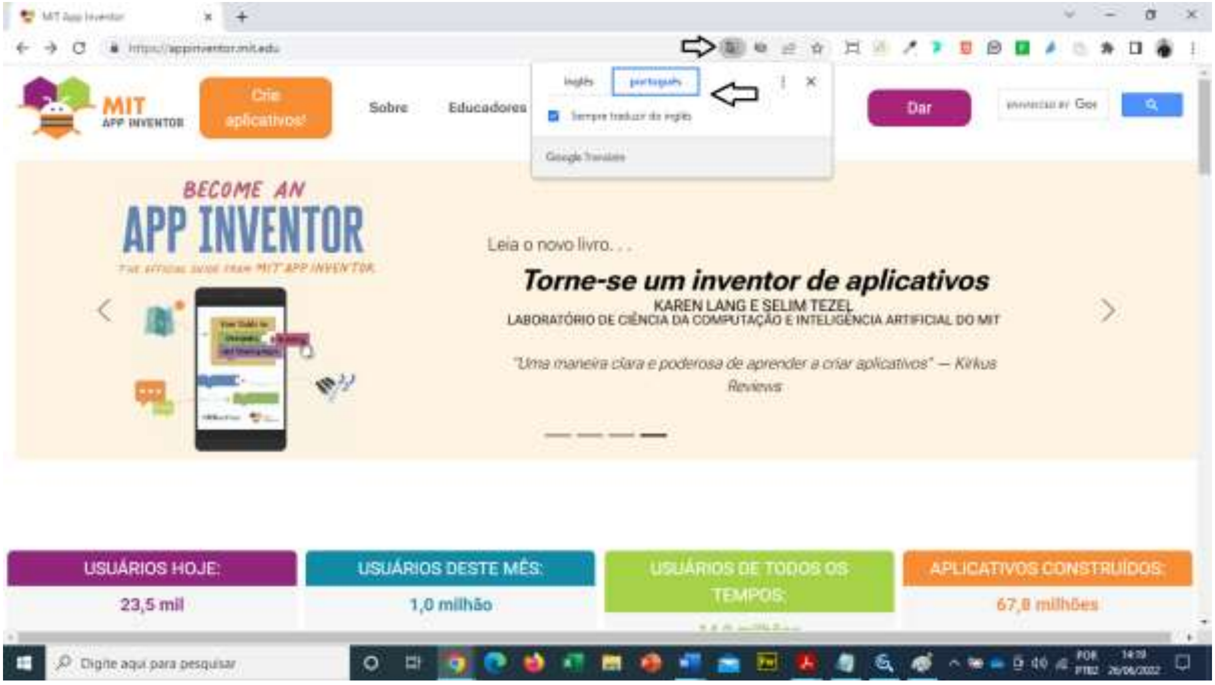
[2] Endereço de e-mail com a seguinte terminação: _____@gmail.com

Imagem 1: Página inicial do MIT App Inventor

Fonte: Autor (2022)


MIT
APP INVENTOR
Create Apps!
About
Educators
News
Resources
Blogs
Give
Try our App Building Guides
for the Youth Mobile Power Series
USERS TODAY:
23.5K
USERS THIS MONTH:
1.0M
ALL-TIME USERS:
14.9M
APPS BUILT:
67.8M
Digite aqui para pesquisar


MIT
APP INVENTOR
Create Apps!
About
Educators
Give
MIT App Inventor
Appathon 2022
A Global Appathon for Good
Registration: June 1 - 21, 2022
Appathon: July 18 - 30, 2022
USERS TODAY:
23.5K
USERS THIS MONTH:
1.0M
ALL-TIME USERS:
14.9M
APPS BUILT:
67.8M
Digite aqui para pesquisar


MIT App Inventor
Crie aplicativos!
Sobre
Educadores
Dar
BECOME AN
APP INVENTOR
Leia o novo livro. . .
Torne-se um inventor de aplicativos
KAREN LANG E SELIM TEZEL
LABORATÓRIO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DO MIT
"Uma maneira clara e poderosa de aprender a criar aplicativos" — Kirkus Reviews
USUÁRIOS HOJE:
23,5 mil
USUÁRIOS DESTE MÊS:
1,0 milhão
USUÁRIOS DE TODOS OS TEMPOS:
APLICATIVOS CONSTRUÍDOS:
67,8 milhões
Digite aqui para pesquisar

ANEXOS

Anexo 1

Anexo 2

Anexo 3

Anexo 4

Anexo 5

Anexo 6

Anexo 7

Anexo 8

Anexo 9

Anexo 10

Anexo 11

Anexo 12

Anexo 13

Anexo 14

Anexo 15

Anexo 16

Anexo 17