UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - DCET
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

POLIANA ALMEIDA SANTOS BRITO

UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU ANALISADA A LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICA

Vitória da Conquista – Bahia
2023

POLIANA ALMEIDA SANTOS BRITO

UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FUNÇÕES POLINOMIAIS DO PRIMEIRO GRAU ANALISADA A LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Matemática, sob orientação do Profª. Dra. Galvina Maria de Souza.

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

2023

Com todo meu amor e dedicação, à minha mãe
Aldelina e à minha filha, Isadora.

AGRADECIMENTOS

Um dia me perguntaram por que eu havia escolhido cursar uma Licenciatura, e eu não sabia a resposta. A busca por responder a essa indagação me levou até a conclusão do curso de Matemática, e segue me movendo todos os dias quando entro em uma sala de aula como professora. E só depois de muito tempo eu consegui responder para mim mesma a essa pergunta: não foi uma escolha minha, Deus me colocou em um lugar que não me pertencia, mas que, com persistência e apoio de muitos, eu conquistei e hoje me sinto realizada nessa posição. Devo toda gratidão a Ele, por não permitir que eu desistisse, por me guiar sempre pelos bons caminhos pois a cada passo dado sinto Tuas bênçãos em minha vida e por me mostrar que o impossível é sim possível quando não desistimos e persistimos no objetivo.

Agradeço à minha família e amigos, que desde sempre me impulsionaram a continuar. Em especial à minha mãe Aldelina e ao meu esposo Rodrigo que sempre estiveram ao meu lado me dando forças e incentivando em meus momentos de hesitação e acreditaram em mim quando eu mesma duvidava.

À minha irmã Juliana por me ajudar nos momentos em que precisei, principalmente na reta final do curso.

À minha filha, Isadora, que é o meu motivo de viver, minha inspiração, minha razão, meu tudo.

À minha orientadora Galvina, sou grata pelo apoio, suporte e paciência. Graças à sua parceria, pude vivenciar minhas próprias etapas de leitura e escrita deste trabalho. Obrigada por tanto.

À coordenação e professores que fazem parte do corpo docente do curso de Licenciatura em Matemática da UESB, gratidão. Em especial aos professores Augusto, Júlio, Claudinei e Altemar pelos aprendizados que vão além da sala de aula. Palavras que foram ditas e que jamais serão esquecidas me motivam em minha jornada como educadora. Gratidão.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão desde trabalho.

“O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não tenha medo! Não desanime!”
- Deuteronômio 31:8

RESUMO

Buscando acentuar a importância do uso de tecnologias nos processos de ensino de objetos matemáticos, apresentamos este trabalho que teve como objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática abordando funções polinomiais do 1º grau utilizando o *software* GeoGebra e o Objeto de Aprendizagem Construtor de Funções e analisá-la a luz da Engenharia Didática, além de verificar como essa sequência pôde contribuir para o processo de ensino dessas funções a estudantes do 9º ano do ensino fundamental. Como abordagem, trouxemos uma metodologia qualitativa, sustentada pelo Engenharia Didática. Após uma análise preliminar, optamos por elaborar uma sequência didática que contemplasse o uso de aparelhos celulares durante as aulas. Após a aplicação dessa sequência de atividades, os principais resultados mostraram que apesar da facilidade ao acesso às informações pelo uso das tecnologias, não se percebe a mesma facilidade na compreensão dos conceitos de funções abordados, pois os alunos estão acostumados com as informações e respostas prontas e curtas, e o fato de ser necessário fazer a interpretação de uma situação problema e transformá-la para a linguagem matemática não é tão imediato. Mostraram também, que as aulas nas quais utilizamos recursos tecnológicos no ensino dessas funções foram mais dinâmicas e proveitosas para os estudantes, pois eles ficaram mais engajados e interessados no conteúdo, fazendo com que o desenvolvimento das aulas seja mais interativo e contribuindo para a aprendizagem desse conteúdo pelos estudantes.

Palavras-Chave: Engenharia Didática. Funções polinomiais do 1º grau. Tecnologias no Ensino de Matemática. Educação Básica. GeoGebra.

ABSTRACT

Seeking to emphasize the importance of using technologies in the teaching processes of mathematical objects, we present this work that aimed to develop and apply a didactic sequence addressing 1st grade polynomial functions using the GeoGebra software and the Function Constructor Learning Object and analyze it. it in the light of Didactic Engineering, in addition to verifying how this sequence can contribute to the process of teaching these functions to students in the 9th year of elementary school. As an approach, we brought a qualitative methodology, supported by Didactic Engineering. After a preliminary analysis, we decided to develop a teaching sequence that included the use of cell phones during classes. After applying this sequence of activities, the main results showed that despite the ease of access to information through the use of technologies, the same ease in understanding the concepts of functions covered is not perceived, as students are accustomed to information and ready-made answers. and short, and the fact that it is necessary to interpret a problem situation and transform it into mathematical language is not so immediate. They also showed that the classes in which we used technological resources to teach these functions were more dynamic and beneficial for the students, as they became more engaged and interested in the content, making the development of the classes more interactive and contributing to the learning of this subject. content by students.

Keywords: Didactic Engineering. 1st degree polynomial functions. Technologies in Mathematics Teaching. Basic education. GeoGebra.

LISTA DE FIGURAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Ensinar e aprender Matemática têm sido um desafio cada vez maior para professores e alunos da Educação Básica. Em um mundo totalmente globalizado e tecnológico no qual as informações chegam a qualquer lugar em segundos, o uso de tecnologia não é mais uma opção, se trata atualmente de uma necessidade a ser considerada no desenvolvimento da Matemática em sala de aula. Como Staa (2007, p.23) afirma em relação aos computadores: “[...] saber usá-los passou a ser uma habilidade essencial para a formação do cidadão”.

Dessa forma, faz parte da prática pedagógica proporcionar aos estudantes situações que permitam a construção do conhecimento por meio de métodos diversificados de ensino, com o uso de tecnologias. Tais tecnologias podem trazer benefícios ao ensino e despertar o interesse dos alunos em aprender (SOUZA, 2021, p. 6), considerando que a utilização dessas tecnologias pode trazer benefícios de modo a garantir uma educação de qualidade, inserindo os conteúdos apresentados na sala de aula ao mundo tecnológico ao qual estão imersos a maioria dos estudantes.

Como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), trouxemos as reflexões advindas da elaboração e análise de uma sequência didática aplicada a estudantes de uma turma do 9º ano cujo conteúdo abordado foi função polinomial do 1º grau. A sequência utilizou como ferramenta o Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA) Construtor de Funções, elaborado pela *PhET Interactive Simulations*, bem como o GeoGebra. O *software* GeoGebra é visto como um ótimo recurso, pois o mesmo satisfaz o que diz a Base Nacional Comum Curricular sobre o ensino desse conteúdo (BATISTA, 2020, p. 12)

O interesse na elaboração desse trabalho veio mediante a oportunidade de ensinar funções durante o período em que uma das pesquisadoras esteve atuando como professora de Matemática em uma turma do 9º ano, e vivenciou a dificuldade em “competir” no quesito atenção com o aparelho celular em classe, visto que os alunos faziam o uso deliberadamente desse dispositivo e se dispersavam com muita facilidade. Foi então que resolvemos unir o ensino prático de função com o uso do aparelho celular, visando trazer a atenção dos estudantes para o estudo do conteúdo, considerando que a tecnologia no ensino de Matemática é um recurso que só tem a contribuir com a aprendizagem dos alunos e que pode levar o aluno a aprender o conteúdo de maneira dinâmica e participativa (OLIVEIRA, 2020, p. 6).

A metodologia desta pesquisa é de natureza qualitativa, e como salienta Creswell (2010, p. 26), “aqueles que se envolvem nessa forma de investigação apoiam uma maneira de encarar a pesquisa que honra um estilo indutivo, um foco no significado individual e na importância da interpretação da complexidade de uma situação". O procedimento metodológico que sustentou o desenvolvimento desta pesquisa é a Engenharia Didática, que desenvolve tanto a parte teórica quanto a prática da pesquisa e o educador depende de um conjunto de conhecimentos sobre os quais ele exerce seu domínio profissional. A Engenharia Didática assemelha-se ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto preciso apoia-se sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita se submeter a um controle do tipo científico (ARTIGUE, 1990, p. 283).

Dessa forma, este estudo visa elaborar e aplicar uma sequência didática abordando funções polinomiais do 1º grau utilizando o *software* GeoGebra e o Objeto de Aprendizagem Construtor de Funções, e analisá-la a luz da Engenharia Didática, bem como, verificar como essa sequência pode contribuir para o processo de ensino dessas funções a estudantes do 9º ano do ensino fundamental. Consequentemente, fazendo com que o desenvolvimento das aulas seja mais interativo e possa contribuir para a aprendizagem desse conteúdo pelos estudantes.

Consideramos que esse estudo trouxe contribuições para a formação da autora como professora de Matemática, uma vez que as questões que configuram este trabalho nos permitiram elaborar estratégias de ensino para o conteúdo matemático abordado que estabeleçam vínculos com o cotidiano dos alunos no que se refere ao uso do aparelho celular, provocando a curiosidade dos mesmos e incentivando-os a ter uma visão mais ampla da ferramenta que eles têm em mãos.

Esta investigação foi realizada com estudantes de uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede privada de Vitória da Conquista, uma cidade localizada no interior do estado da Bahia (BA), em uma turma composta por 37 alunos com faixa etária entre 14 e 16 anos.

O objetivo geral da investigação foi elaborar e aplicar uma sequência didática abordando funções polinomiais do 1º grau utilizando o *software* GeoGebra e o Objeto de Aprendizagem Construtor de Funções e analisá-la a luz da Engenharia Didática, bem como, verificar como essa sequência pode contribuir para o processo de ensino dessas funções a estudantes do 9º ano do ensino fundamental.

Com base no conteúdo escolhido para a elaboração e desenvolvimento desta proposta, nos objetivos traçados e nas lacunas observadas na revisão de literatura elaboramos a seguinte questão de pesquisa: **Como a elaboração e aplicação de uma Sequência Didática utilizando os *softwares* GeoGebra e o Objeto Virtual de Aprendizagem Construtor de Funções, pode contribuir para o ensino de função em uma turma do 9º ano de uma escola particular de Vitória da Conquista- BA?**

A sequência didática apresentada neste estudo foi elaborada para ser trabalhada em oito aulas, distribuídas em teóricas e práticas. Foi apresentado ao estudante a teoria para, posteriormente, ele ter acesso ao conteúdo abordado de forma prática através do Construtor de Funções e do *software* GeoGebra. Essa junção de teoria e prática neste trabalho, contribuiu para a quebra do padrão do ensino de função polinomial do 1º grau que ocorreria de forma única e exclusivamente tradicional, com aula expositiva na lousa.

Quanto à estrutura, este trabalho de conclusão de curso apresenta, além desta introdução, o segundo capítulo que discorre sobre a importância do uso da tecnologia aliado ao ensino e aprendizagem da função polinomial do 1º grau em sala de aula, a partir da experiência e relatos de alguns autores que fizeram uso de recursos tecnológicos. No terceiro capítulo contemplamos a metodologia de pesquisa e a fundamentação metodológica utilizada nesse estudo baseada em alguns preceitos da Engenharia Didática. No quarto capítulo delimitamos os procedimentos metodológicos utilizados. No quinto capítulo trazemos o processo de aplicação, as atividades desenvolvidas e análise dos dados obtidos. Por fim, apresentamos, no sexto capítulo, as considerações finais, com as reflexões sobre a pesquisa e o uso das tecnologias em sala de aula, seguido das referências utilizadas e anexo com a sequência didática elaborada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Iniciamos esta seção abordando a revisão de literatura realizada neste estudo com ênfase nas Tecnologias da Informação e Comunicação. Buscamos definir *softwares* educativos segundo alguns autores e a relevância do uso destes *softwares* no ensino de função polinomial do primeiro grau. Procuramos também, tecer algumas considerações acerca das pesquisas encontradas, destacando os objetivos gerais e os principais resultados alcançados.

2.1. Tecnologias e *softwares* educativos

Considerando a evolução da tecnologia nas últimas décadas, podemos observar benefícios e inovações trazidos para nosso cotidiano, mais precisamente para os espaços educacionais e no ensino e aprendizagem de objetos matemáticos nas salas de aula. De acordo com Souza (2021):

> [...] quando se utiliza as TIC's no âmbito educacional, significa vivenciar com os alunos a aprendizagem com interações digitais. O educador acentua que as tecnologias podem trazer benefícios ao ensino e despertar o interesse dos alunos em aprender, pois seria uma maneira de sair de aulas tradicionais, para propósitos pedagógicos (SOUZA, 2021, p. 6).

Sendo assim, antes de evidenciarmos a importância do uso de *softwares* educativos no ensino de função polinomial do primeiro grau, destacaremos a importância do uso de tecnologia em sala de aula e a definição de *softwares* sob a visão de alguns autores. Conforme Dourado (2020):

> Ao transformar a sala, o comportamento se transforma; ao mudarmos a regra de proibição de celulares, *tablets* e computadores, caminhando para a aceitação desses equipamentos e sua inserção nos objetivos educacionais, a aula se torna mais colaborativa, pois abre uma janela para contribuições que não advêm exclusivamente do professor ou do estudante, mas do mundo que entra na sala de aula pela janela da tecnologia (DOURADO, 2020, p. 18).

O uso da tecnologia em sala de aula é algo que não podemos mais ignorar, principalmente após o período de pandemia da Covid-19 [1]vivenciados entre os anos de 2020 e 2021, em que os processos de ensino e de aprendizagem aconteceram de maneira *on-line.* Dessa

---

[1] Emergência de saúde global causada pelo vírus SARS-CoV-2, que resultou em milhões de casos e mortes em todo o mundo.

forma esse ensino deixou um legado e pudemos ter a certeza da importância da tecnologia no âmbito educacional.

Logo, se faz necessário reconhecer o óbvio: a necessidade da familiaridade com as plataformas digitais e o uso de *softwares* educativos no ensino. "O *software* educativo é um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contexto de ensino e aprendizagem" (SANCHO, 1998, p. 169). Sendo assim, o que faz de um *software* uma ferramenta educacional é a sua utilização nos processos de ensino e de aprendizagem, não apenas a sua existência. E de acordo com Anjos, Conceição e Damasceno (2013):

> O bom resultado dependerá muito mais da metodologia aplicada do que do uso de qualquer recurso tecnológico. Os objetivos propostos e a atuação profissional serão muito mais decisivas. Elas devem servir para ajudar o aluno a ter contato com diferentes formas de saber e construir seu próprio conhecimento (ANJOS; CONCEIÇÃO; DAMASCENO, 2013, p. 8).

As tecnologias no ambiente escolar antes consideradas como uma inovação no ensino, hoje são uma necessidade e fazem com que os professores busquem se modernizar. Como reforça Gonçalves (2021, p. 9) "isso não significa dizer que era necessário o professor ser um especialista em tecnologias, mas, era preciso que ele estivesse preparado para lidar com essas ferramentas".

2.2. A utilização de *softwares* no ensino função polinomial do 1º grau

Ensinar Matemática é um grande desafio para o educador, pois trabalhar com uma disciplina muitas vezes temida pelos alunos nos traz uma dificuldade a mais. Considerando este fato, trabalhar com *softwares* na sala de aula pode colaborar no êxito do ensino de objetos matemáticos. Como salienta Dullius (2006), o uso de *softwares* educativos pode influenciar significativamente no desenvolvimento da aprendizagem de determinados conteúdos matemáticos. Entendemos então que o conteúdo de Função Polinomial do 1º grau, iniciado no 9º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental e que permeia todo o Ensino Médio, pode ser abordado tendo o apoio de um *software* educativo. Nesse contexto, Batista (2020) destaca que:

> [...] para auxiliar no ensino de Funções Afim, e contemplar as relações que existem entre fenômenos que essas funções representam, que são aumentos ou reduções de forma linear de situações do cotidiano, o *Software* GeoGebra é visto como um ótimo recurso, pois o mesmo satisfaz o que diz a Base Nacional Comum Curricular sobre o ensino desse conteúdo (BATISTA, 2020, p. 12).

Brasil (2018, p. 509) citado por Batista (2020) acrescenta que:

> Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral (BATISTA, 2020, p. 12).

Levando em consideração as afirmações anteriores, Oliveira (2020) com o objetivo de analisar as contribuições do *software* GeoGebra no ensino da função do 1º grau evidenciou em seu estudo um problema bastante pertinente, que "[...] mesmo os professores reconhecendo a importância que tem o uso de um recurso tecnológico na sala de aula, eles também ficam preocupados com a falta de capacitação para aprenderem a usar esses recursos na sala de aula" (OLIVEIRA; CUNHA, 2020, p. 2). Em relação aos estudantes, Oliveira (2020) acrescenta que:

> [...] o estudo da Matemática é algo que deixa a maioria dos alunos bem preocupados isso é fato, pois, sabe-se que alguns apresentam muitas dificuldades em aprender certos conteúdos. É aí que entra o uso de um recurso tecnológico para auxiliar o aluno no conteúdo em que o mesmo não está conseguindo compreender da maneira tradicional mostrada pelo professor. Deste modo, cabe ao professor levar o aluno a construir o seu próprio pensamento e conhecimento sobre a explicação do conteúdo abordado (OLIVEIRA, 2020, p. 4).

Como conclusão de sua pesquisa, Oliveira (2020) afirma que:

> [...] a tecnologia no ensino de Matemática é um recurso que só tem a contribuir com a aprendizagem dos alunos e que pode levar o aluno a aprender o conteúdo de maneira dinâmica e participativa, fugindo totalmente do tradicional que é o uso da lousa e do livro didático (OLIVEIRA, 2020, p. 6).

Reafirmando o dinamismo dos *softwares*, conclui-se que mesmo com acesso ao conteúdo pelo material didático impresso, o mesmo "dispõe apenas da imagem, o aluno não tem a oportunidade de construir de forma dinâmica e atrativa apenas com o uso do livro didático" (OLIVEIRA, 2020, p. 6).

Podemos observar a importância da inserção da tecnologia no ensino também em Simon (2013, p.16) quando afirma que a forma de a educação preparar as pessoas para o mundo tecnológico é fazer do aluno um sujeito reflexivo, que domine a técnica, que tem cultura geral e visão crítica para utilizar a tecnologia como sabedoria".

2.3 A Importância do *Software* GeoGebra para o Ensino de Conteúdos Matemáticos na Educação Básica

Com inúmeros recursos tecnológicos interessantes à disposição do ensino de Matemática, optamos por escolher o *software* GeoGebra por ser mais completo e por acreditar que ele seria capaz de agregar a representação gráfica de funções à sua representação algébrica e da álgebra em um único aplicativo. A escolha justifica-se também pela disponibilidade do GeoGebra-Calculadora Gráfica ser disponível como um aplicativo que pode ser facilmente instalado nos celulares dos estudantes. Além disso, pudemos aliá-lo ao Objeto Virtual de Aprendizagem - Construtor de Funções que também foi utilizado neste estudo, como bem define Gonçalves (2021):

> O GeoGebra (união das palavras Geometria e Álgebra) é um *software* de Matemática dinâmica, gratuito e funciona em diferentes sistemas e ambientes, como Windows, Android e Linux, tornando sua execução possível em praticamente todos os aparelhos utilizados nas aulas remotas. Esse software é capaz de combinar assuntos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo (GONÇALVES, 2021, p. 11).

O GeoGebra possibilita a ilustração e exploração do objeto em estudo, facilitando a compreensão do conteúdo transmitido em sala de aula. De acordo com Medeiros (2012) citado por Gonçalves (2021, p. 47), ao escolher qual *software* educacional usar, é preciso considerar os seguintes fatores: "ser confiável, no sentido de não apresentar falhas durante sua utilização com as atividades; ser simples de usar e prático; ter uma interface de trabalho amigável; favorecer a aprendizagem; e ser apropriado didaticamente".

Através da análise da pesquisa de Gonçalves (2021, p. 5), cujo objetivo foi "propor um estudo das potencialidades do software GeoGebra no ensino de Matemática na Educação Básica [...]", pudemos concluir o quão importante é a utilização das novas tecnologias e do *software* GeoGebra na educação, pois essas se tornaram um poderoso elo com os estudantes, além de dinamizar os processos de ensino e aprendizagem da Matemática em sala de aula. Ao final do trabalho os autores concluíram que:

> Em nossa realidade educacional vigente não resta dúvidas sobre o quão importante se tornou a utilização de novas tecnologias na educação, pois essas passaram a ser nosso elo com estudantes, professores, escola, pais e responsáveis. Ressaltamos aqui a importância de pôr em prática a utilização dessas novas ferramentas em especial o software GeoGebra pelos professores de Matemática, afim de apoiar e dinamizar o processo de ensino e aprendizagem com o objetivo de tornar as aulas remotas dessa disciplina mais prazerosas e produtivas (GONÇALVES; SILVA, 2021, p. 22).

Corroborando com os autores citados, entendemos que as tecnologias de informação e comunicação e os *softwares*, contém ferramentas que podem ser úteis nos processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos. Quanto ao ensino de funções compreendemos que os *softwares* possuem ferramentas que facilitam aos estudantes perceber e estabelecer relações ente as representações gráfica e algébrica dessas funções.

3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA: PRECEITOS DA ENGENHARIA DIDÁTICA

A metodologia desta pesquisa é de natureza qualitativa, em que os dados e as informações coletadas se revestem de um caráter subjetivo, portanto não necessitam de tratamento estatístico. Como salienta Creswell (2010, p. 26), “aqueles que se envolvem nessa forma de investigação apoiam uma maneira de encarar a pesquisa que honra um estilo indutivo, um foco no significado individual e na importância da interpretação da complexidade de uma situação”.

A metodologia que sustentou o desenvolvimento desta pesquisa é a Engenharia Didática, originada na França no final da década de 1980, durante discussões que visavam a melhoria da Didática Matemática no Instituto de Investigação do Ensino de Matemática (IREM), conforme aponta uma das responsáveis pelo estabelecimento desse método e sua teoria a autora francesa Michèle Artigue.

Nessa abordagem, desenvolve-se tanto a parte teórica quanto a prática da pesquisa e o educador depende de um conjunto de conhecimentos sobre os quais ele exerce seu domínio profissional. Segundo Artigue (1990):

> O trabalho didático assemelha-se ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto preciso apoia-se sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita se submeter a um controle do tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se vê obrigado a trabalhar sobre objetos bem mais complexos que os objetos depurados da ciência e se coloca, com todos os meios que dispõe, a estudar problemas que a ciência não quer ou ainda não pode resolver (ARTIGUE, 1990, p. 283).

Para o desenvolvimento dessa metodologia, definimos três etapas ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Etapas da Engenharia Didática

Fonte: Elaborado pela autora

Na primeira fase, a Análise Preliminar, é o momento de observações críticas em relação ao conteúdo, a forma como é abordado e o quanto os alunos possuem de conhecimento ou não. Tais observações são realizadas com um olhar de aperfeiçoamento, de como poderá ser realizada uma mudança significativa no processo de ensino que reflita na aprendizagem do estudante. Conforme Almouloud e Coutinho (2008), as análises preliminares podem comportar as seguintes vertentes:

> Epistemológica dos conteúdos visados pelo ensino; do ensino usual e seus efeitos; das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos que marcam sua evolução; das condições e fatores de que depende a construção didática efetiva; a consideração dos objetivos específicos da pesquisa; o estudo da transposição didática do saber considerando o sistema educativo no qual insere-se o trabalho (ALMOULOUD; COUTINHO, 2008, p. 66).

Nesta pesquisa as análises preliminares foram realizadas principalmente considerando os objetivos específicos traçados, além das dificuldades e obstáculos dos alunos frente ao conteúdo abordado.

Na segunda etapa, de concepção e análise *a priori*, são descritas as escolhas realizadas, com o objetivo de direcionar a pesquisa e propor um plano de ação. Artigue (1988) destaca que essa fase consiste em uma parte descritiva e outra preditiva, isto é, o pesquisador precisa descrever qual o possível comportamento que o aluno terá frente à atividade que será proposta. Nessa fase, nos empenhamos na construção de uma sequência didática afim de responder às questões levantadas na primeira etapa.

A análise *a priori* permite que identifiquemos as variáveis didáticas que serão utilizadas nas fases seguintes, podendo ser micro ou macro didática. A variável micro didática refere-se a uma ordenação de uma estrutura específica, enquanto a variável macro didática refere-se à estrutura geral da metodologia. Deste modo, segundo Almouloud e Silva (2012), existem alguns pontos a serem considerados durante essa fase:

> Descrever as escolhas feitas no nível local (relacionando-as eventualmente com as seleções globais) e as características da situação a didática desenvolvida; Analisar o 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; Prever campos de comportamentos possíveis e tentar demonstrar como a análise permite controlar seus significados e assegurar, particularmente, que se tais comportamentos esperados ocorreram, é por consequência do desenvolvimento visado pela aprendizagem (ALMOULOUD; SILVA, 2012, p. 27).

Sendo assim, selecionamos a variável micro didática retratando o estudo da Função Polinomial do 1º grau utilizando o GeoGebra e o Construtor de Funções instrumentos tecnológicos para auxiliar-nos no processo de ensino e aprendizagem. Para atingir esse objetivo, utilizamos uma metodologia de ensino, que será detalhada posteriormente.

Na Experimentação, parte inicial da terceira fase da ED, é o momento de aplicação das situações didáticas e coleta dos dados da pesquisa. Nesta etapa de coleta faremos o uso de registros fotográficos, produções dos alunos e registros de atividades. Executaremos o que foi analisado e deliberado nas etapas anteriores. Castilho, Figueiredo e Rodrigues (2020, p. 438) reforçam que é nessa etapa todas as “variáveis previamente definidas na fase anterior, bem como as tarefas já planejadas e elaboradas entram em cena. O trabalho do professor será apenas de fazer a mediação, visto que o aluno é o responsável pelo seu conhecimento”.

Ainda na terceira fase da ED é realizada a Análise a Posteriori e Validação da sequência, ou seja, é o momento de análise das informações obtidas durante o experimento. Nessa etapa acontece a ordenação de tais informações a fim de ser avaliada posteriormente. Conforme Castilho, Figueiredo e Rodrigues (2020, p. 434), esse momento “se apoia no conjunto de dados recolhidos durante a Experimentação confrontando com tudo que foi levantado na segunda fase da metodologia, bem como validando, ou não, a hipótese de trabalho do pesquisador e fornecendo material para responder à questão que norteia a pesquisa”. Para a realização da análise a posteriori, utilizaremos como ferramenta técnica o material em que foram coletados os dados da pesquisa mediante aos registros de atividades e resolução de questões pelos alunos, permitindo assim, a análise das informações e comparação com a *análise a priori* realizada. Pretende-se relacionar as observações com os objetivos definidos *a priori* e estimar a reprodução e regularidade dos fenômenos de ensino observados.

Relacionando esse desenvolvimento de Engenharia Didática com o processo de ensino e formação de professores, destacamos essa importante ferramenta para a construção de um ambiente educacional concordante com as necessidades dos alunos e professores, proporcionando um ensino de qualidade e uma aprendizagem efetiva.

A escolha da utilização desta metodologia para essa pesquisa considerou que ela torna possível escolher qual será a melhor maneira de abordar a Função Polinomial do 1º grau de acordo com os s*oftwares* disponíveis, que foram o GeoGebra e o Objeto de Aprendizagem Construtor de Funções, buscando propiciar aulas mais dinâmicas e estimular a aprendizagem e o interesse dos alunos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base no conteúdo escolhido para a elaboração e desenvolvimento desta pesquisa, fizemos, inicialmente, uma revisão de literatura, trazida no segundo capítulo com objetivo de relatar a experiência de alguns autores com o uso de *software*s em aulas de Matemática, mais precisamente no ensino e na aprendizagem de funções polinomiais do 1º grau, destacando, também, a importância do uso das tecnologias nesses processos, além de justificar a temática abordada neste estudo.

Em busca dos objetivos dessa pesquisa e da resposta à questão de pesquisa elaborada trazemos a próxima seção caracterizando os procedimentos metodológicos realizados no desenvolvimento da pesquisa.

4.1 Desenvolvimento da pesquisa

Apoiadas em alguns preceitos da Engenharia Didática e a partir dos objetivos propostos para essa investigação, elaboramos uma análise preliminar que nos levou a elaboração da Sequência Didática, instrumento de análise deste estudo.

O objetivo desta análise preliminar foi investigar os conhecimentos prévios dos alunos, sem apresentar muitas explicações, mas instigando-os ao estudo do conteúdo. A partir desta análise construímos a Sequência Didática, que nos permitiu discutir a respeito da relação entre situações do cotidiano e de funções definidas por um polinômio do 1º grau, construção e identificação de exemplos dessas funções no cotidiano dos estudantes, construção de representação gráfica desse tipo de função e, a partir dessa representação, o reconhecimento de uma função crescente, decrescente ou constante, entre outros.

Depois da sequência elaborada realizamos as *análises a priori*, segundo a Engenharia Didática, para, após a aplicação confrontar com as *análises a posteriori* a serem realizadas. Estimamos que seriam necessárias cerca de oito aulas de 50 minutos para a aplicação da sequência de ensino.

Assim, uma vez construída a sequência, em um primeiro momento, utilizamos o *software* GeoGebra. Os alunos foram orientados a baixarem o aplicativo no aparelho celular ou *tablet* para conhecer e familiarizar-se com as ferramentas desse *software*. Em seguida, os alunos tiveram a oportunidade de utilizar as ferramentas pontos, segmento, e retas, e depois fazerem representação gráfica de funções. Essa etapa foi realizada em duas horas aula.

Após a realização desta etapa, foi explorado por meio do Objeto Virtual de Aprendizagem o Construtor de Funções, o conceito de função e os alunos foram estimulados a manipularem funções de forma a compreenderem como se dá a relação de dependência entre duas variáveis.

Os alunos utilizaram o Construtor de Funções, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/function-builder. Eles acessaram essa página e inseriram a função desejada. Em seguida o Construtor de Funções mostrou de imediato os valores encontrados após a inserção dos valores, bem como o gráfico da função.

Na sequência, os estudantes foram convidados a fazerem representações gráficas de funções definidas por polinômios do 1º grau. Essa representação foi feita, inicialmente, de maneira manual. Atribuindo valores ao domínio da função e para obter, pela substituição, os valores correspondentes das imagens correspondentes. Prosseguimos, solicitando aos estudantes que utilizassem o GeoGebra baixado em seus dispositivos eletrônicos para elaborarem e analisarem o comportamento de algumas funções. Esse procedimento foi realizado em seis aulas, realizadas em três dias. Posteriormente a aplicação da sequência, realizamos as análises das informações obtidas durante o experimento~~.~~

Posteriormente realizamos as *análises a posteriori* em que utilizamos o material coletado durante a aplicação, os registros de atividades e resolução de questões pelos alunos. Para essa análise confrontamos com as hipóteses levantadas durante *análises a priori* realizada na segunda fase. Essas análises nos permitiram validar a sequência, a qual está disponível para o leitor como um anexo deste trabalho.

5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA E ANÁLISE DOS DADOS

Na Sequência Didática elaborada, são apresentadas propostas de trabalho para que os alunos desenvolvam as ideias associadas às funções; identifiquem uma função afim, uma função linear e uma função constante; elaborem a representação gráfica de uma função e, a partir dessa representação, reconheçam uma função crescente, decrescente ou constante, entre outros aspectos.

Esse conteúdo foi abordado vinculado a situações que trabalhamos com o Objeto virtual de aprendizagem (OVA) Construtor de Funções, elaborado pela *PhET Interactive Simulations* e o *software* GeoGebra, em classe, contribuindo para o entendimento das relações entre as representações algébricas e gráfica, a fim de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes e proporcionar aos estudantes a compreensão do conteúdo abordado. De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2009):

> Na disciplina de Matemática, como em qualquer outra disciplina escolar, o envolvimento ativo do aluno é uma condição fundamental da aprendizagem. O aluno aprende quando mobiliza os seus recursos cognitivos e afetivos com vista atingir um objetivo. Esse é, precisamente, um dos aspectos fortes das investigações. Ao requerer a participação do aluno na formulação das questões a estudar, essa atividade tende a favorecer o seu envolvimento na aprendizagem (BROCARDO; OLIVEIRA, 2009, p. 23).

Inicialmente, fizemos o uso do livro didático Trilhas – Sistema de Ensino 9º ano adotado pela escola para o acompanhamento do estudo do conceito de função afim e, dando sequência aos conteúdos, trabalhamos com as ferramentas de OVA para facilitar o processo de aprendizagem e construção do conhecimento. Passamos então ao desenvolvimento e análise da sequência didática proposta para este trabalho. Após a investigação dos conhecimentos prévios, a sequência abordou a definição de Função Polinomial de 1º Grau, buscando e está sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1: Sequência didática

<table>
<tr><th colspan="2">QUANTIDADE ESTIMADA DE AULAS</th></tr>
<tr><td colspan="2">● 8 aulas de aproximadamente 50 minutos cada</td></tr>
<tr><th>OBJETO DE CONHECIMENTO</th><th>HABILIDADES</th></tr>
<tr><td>● Funções definidas por um polinômio do 1º grau: representações algébrica e gráfica;
● Grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais.</td><td>● (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.
● (EF09MA08) Resolver e elaborar situações- problema que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação, em contextos socioculturais, ambientais e de outras áreas.</td></tr>
<tr><th colspan="2">OBJETIVOS</th></tr>
<tr><td colspan="2">● Compreender o conceito de função como relação de dependência unívoca entre duas grandezas.
● Determinar a lei de formação de uma função.
● Identificar situações que envolvam relações de dependência entre duas grandezas.
● Reconhecer uma função afim, seus termos e suas propriedades.
● Interpretar e construir o gráfico de uma função afim de variáveis reais.
● Classificar uma função afim em crescente ou decrescente.
● Determinar o zero de uma função afim de variáveis reais e as coordenadas do ponto em que seu gráfico intersecta o eixo y.</td></tr>
<tr><th colspan="2">RECURSOS UTILIZADOS</th></tr>
<tr><td>● Lousa;
● Caderno;
● Projetor multimídia;
● Dispositivo com acesso à internet;
● Papel quadriculado;</td><td>● Régua;
● Software GeoGebra.
● Objeto virtual de aprendizagem (OVA) Construtor de Funções, elaborado pela PhET Interactive Simulations</td></tr>
</table>

Fonte: Dados da autora (2023)

Desenvolvimento da sequência didática

1ª etapa:

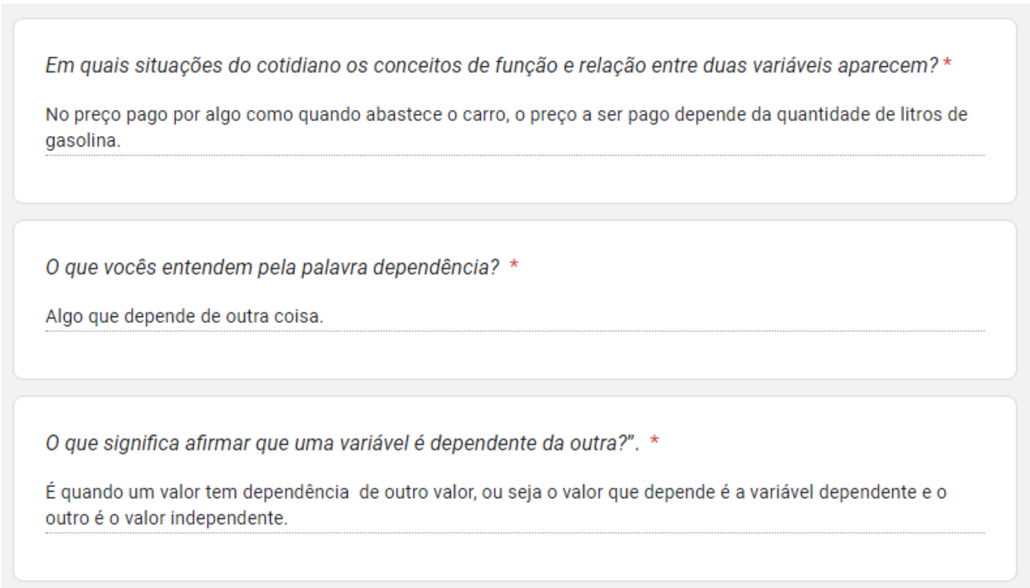
- **2h/aula**

Nesta etapa, o objetivo foi investigar os conhecimentos prévios dos alunos, sem apresentar explicações, mas apenas instigando-os ao estudo do conteúdo. Inicialmente, a proposta é discutir a respeito da relação entre situações do cotidiano e as funções polinomiais do 1º grau, solicitando aos alunos a identificação de exemplos de seu dia a dia.

Iniciamos agrupando os estudantes em duplas e, para a descobrir os dos conhecimentos prévios dos estudantes, fizemos seguinte questionamento: "*Em quais situações do cotidiano os conceitos de função e relação entre duas variáveis aparecem?*"; "*O que vocês entendem pela palavra dependência?*"; "*O que significa afirmar que uma variável é dependente da outra?*". Em seguida, ouvimos os estudantes, e foi solicitado que eles respondessem tais perguntas em um formulário *online* (https://forms.gle/yz31XwFWLSjLyNJX7), de forma a ficarem registradas suas respostas. Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 02, 03 e 04:

Aluno 01:

Figura 02: Respostas do aluno 01


Em quais situações do cotidiano os conceitos de função e relação entre duas variáveis aparecem? *

No preço pago por algo como quando abastece o carro, o preço a ser pago depende da quantidade de litros de gasolina.

O que vocês entendem pela palavra dependência? *

Algo que depende de outra coisa.

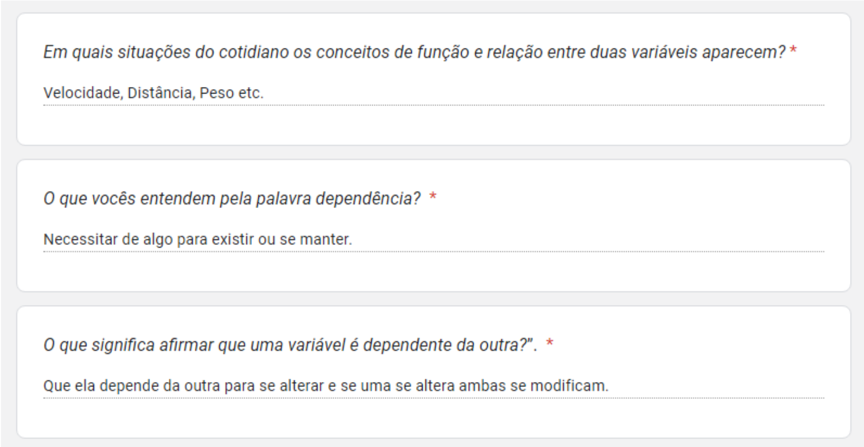
O que significa afirmar que uma variável é dependente da outra?". *

É quando um valor tem dependência de outro valor, ou seja o valor que depende é a variável dependente e o outro é o valor independente.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02:

Figura 03: Respostas do aluno 02



Em quais situações do cotidiano os conceitos de função e relação entre duas variáveis aparecem? *

Velocidade, Distância, Peso etc.

O que vocês entendem pela palavra dependência? *

Necessitar de algo para existir ou se manter.

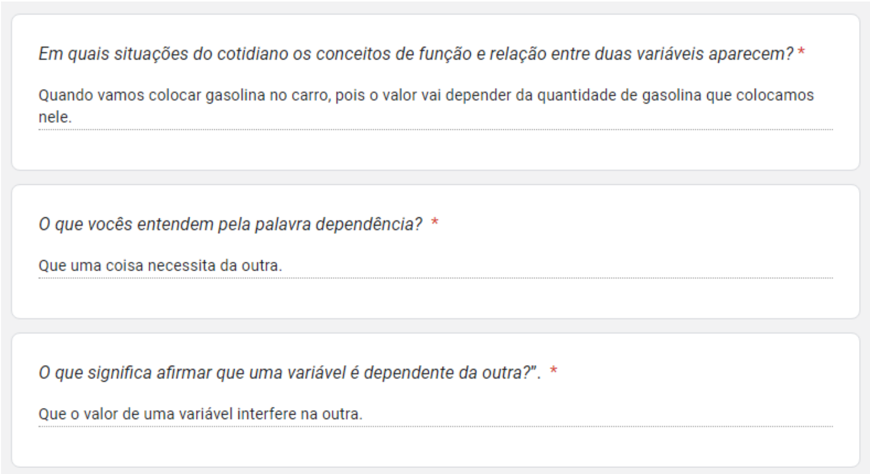
O que significa afirmar que uma variável é dependente da outra?". *

Que ela depende da outra para se alterar e se uma se altera ambas se modificam.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 03:

Figura 04: Respostas do aluno 03



Em quais situações do cotidiano os conceitos de função e relação entre duas variáveis aparecem? *

Quando vamos colocar gasolina no carro, pois o valor vai depender da quantidade de gasolina que colocamos nele.

O que vocês entendem pela palavra dependência? *

Que uma coisa necessita da outra.

O que significa afirmar que uma variável é dependente da outra?". *

Que o valor de uma variável interfere na outra.

Fonte: Dados da autora (2023)

Análises a Posteriori

1. Analisando as respostas, pudemos observar que os alunos têm noção do que são variáveis e em quais situações de seu cotidiano elas aparecem, e a resposta mais recorrente foi a relação entre abastecer com combustível e o valor final a ser pago.
2. Quando se trata da definição de dependência, eles associam corretamente o fato de depender/necessitar de algo para existir.
3. E, ao serem questionados sobre o significado de uma variável ser dependente da outra, as respostas coincidem quando associam o valor de uma variável que depende diretamente do valor de outra para existir.

Em seguida apresentamos alguns exemplos de situações que envolveram o significado de função e relação entre duas variáveis. Neste texto apresentamos os exemplos seguidos das *análises a priori* e *a posteriori* realizadas.

1ª) O valor do pagamento para um aplicativo de transporte individual de passageiros depende da distância a ser percorrida

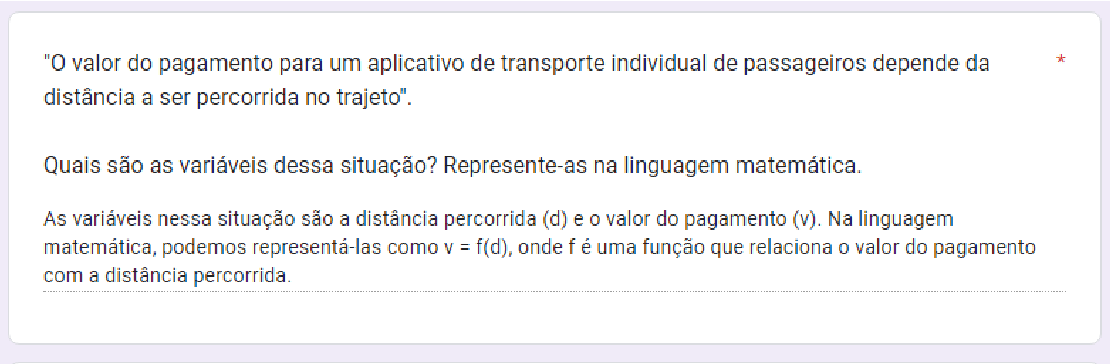
Análise a priori:

Espera-se que os estudantes identifiquem as variáveis e as represente na linguagem matemática: x = o valor do pagamento e y = a distância percorrida no trajeto.

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 05 e 06:

Aluno 01:

Figura 05: Respostas do aluno 01


"O valor do pagamento para um aplicativo de transporte individual de passageiros depende da distância a ser percorrida no trajeto". *

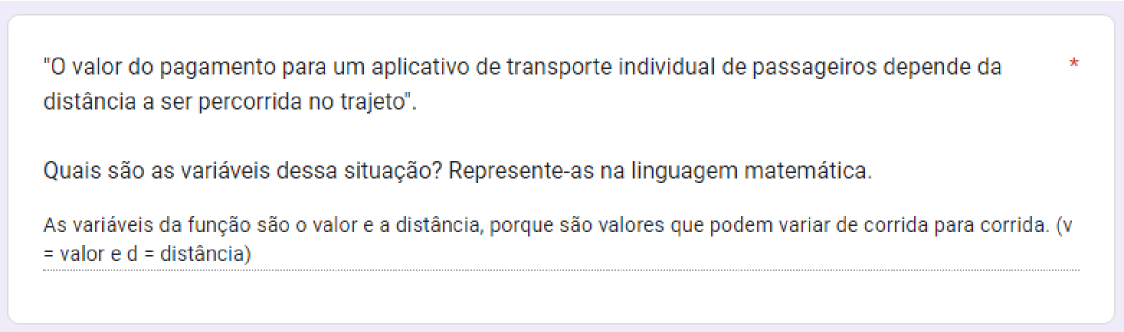
Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

As variáveis nessa situação são a distância percorrida (d) e o valor do pagamento (v). Na linguagem matemática, podemos representá-las como v = f(d), onde f é uma função que relaciona o valor do pagamento com a distância percorrida.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02:

Figura 06: Respostas do aluno 02


"O valor do pagamento para um aplicativo de transporte individual de passageiros depende da distância a ser percorrida no trajeto". *

Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

As variáveis da função são o valor e a distância, porque são valores que podem variar de corrida para corrida. (v = valor e d = distância)

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Ao analisarmos as respostas, pudemos observar que os alunos sabem o que são as variáveis em determinadas situações, eles conseguem compreender que o valor de uma corrida varia de acordo com a distância percorrida.

2ª) A comissão de um vendedor é calculada em função do quanto ele vende em determinado período.

Análise a priori:

Espera-se que os estudantes identifiquem como variáveis e representar na linguagem matemática: a comissão do vendedor e o valor vendido num determinado período.

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 07 e 08:

Aluno 01:

Figura 07: Respostas do aluno 01

"A comissão de um vendedor é calculada em função do quanto ele vende em determinado período". *

Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

As variáveis nessa situação são o valor das vendas do vendedor (v) e a comissão que ele recebe (c). Na linguagem matemática, podemos representá-las como c = f(v), onde f é uma função que relaciona o valor das vendas com a comissão recebida.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02:

Figura 08: Respostas do aluno 02

"A comissão de um vendedor é calculada em função do quanto ele vende em determinado período". *

Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

Comissão = c e vendas = v.

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

O objetivo da análise a priori foi alcançado, pois os alunos identificaram corretamente as variáveis da situação 2, caracterizando-as com as letras correspondentes: Comissão = C e Vendas = V.

3ª) O valor da arrecadação da bilheteria de um espetáculo teatral é calculado em função da quantidade de ingressos vendidos.

Análise a priori:

Espera-se que os estudantes identifiquem as variáveis e representar na linguagem matemática: valor arrecadado e a quantidade de ingressos vendidos.

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 09 e 10:

Aluno 01:

Figura 09: Respostas do aluno 01

"O valor da arrecadação da bilheteria de um espetáculo teatral é calculado em função da quantidade de ingressos vendidos". *

Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

As variáveis nessa situação são a quantidade de ingressos vendidos (q) e o valor da arrecadação da bilheteria (a). Na linguagem matemática, podemos representá-las como a = f(q), onde f é uma função que relaciona a quantidade de ingressos vendidos com o valor da arrecadação.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02:

Figura 10: Respostas do aluno 02

"O valor da arrecadação da bilheteria de um espetáculo teatral é calculado em função da quantidade de ingressos vendidos". *

Quais são as variáveis dessa situação? Represente-as na linguagem matemática.

Valor arrecadado depende da quantidade de ingressos vendidos. Podemos chamar de V e I

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Ao analisarmos, pudemos ver que os alunos têm a mesma visão acerca das variáveis, enquanto um define e destaca as variáveis de maneira mais formal, o outro é mais sucinto em sua explicação, entretanto a compreensão é plena em ambas as respostas.

- **2h/aula**

Em seguida foi trabalhada a definição de Função Afim, como uma função polinomial do 1º grau definida pela presença de duas incógnitas x e y. Em que x é a variável independente e y a variável dependente.

Sendo definida como:

$$\boldsymbol{y = ax + b,}$$

sendo o a (coeficiente angular) e b (coeficiente linear) números reais quaisquer.
Como exemplo, foi exposta a situação a seguir:

"*Daiana tem uma confecção de camisetas. Analisando os custos de produção, ela calculou que tem um custo fixo de R$ 400,00 e um custo variável de R$ 35,00 por camiseta produzida.*"

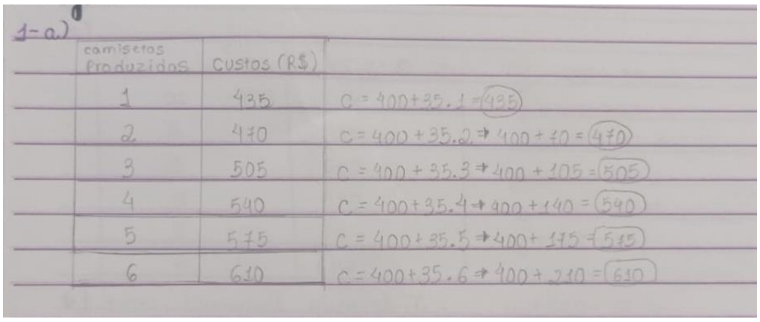
1) A partir dessa situação os estudantes realizaram as atividades:

Elabore um quadro para representar a correspondência entre as variáveis "quantidade de camisetas" e "custo de produção".

Quantidade de camisetas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Custo de produção	435	470	505	540	575	610	645

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 11, 12 e 13:
Aluno 01

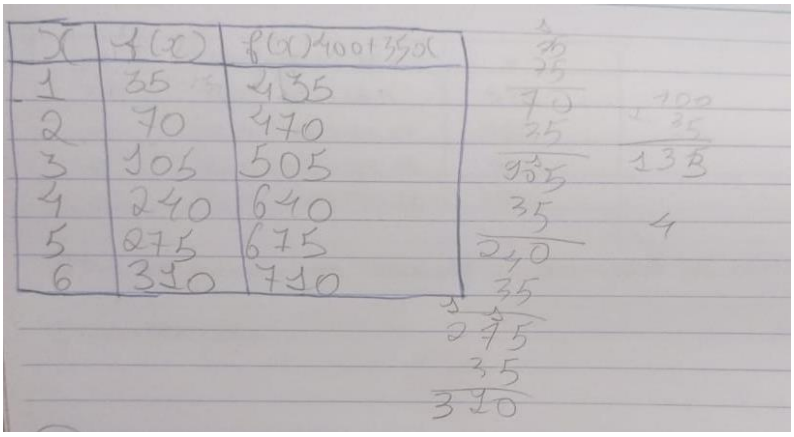
Figura 11: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

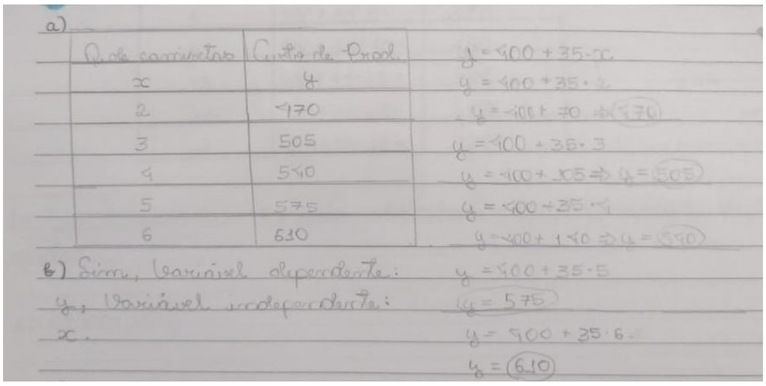
Figura 12: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 03

Figura 13: Respostas do aluno 03



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Diante da questão, alguns os alunos perceberam que, para elaborar a tabela, seria necessário que encontrassem primeiro a lei de formação, entretanto, outros foram calculando de maneira intuitiva, chegando, assim, nos mesmos valores.

2) Analisando a tabela elaborada, pode-se concluir que o custo de produção é calculado em função da quantidade de camisetas? Nesse caso, qual é a variável dependente e qual é a independente?

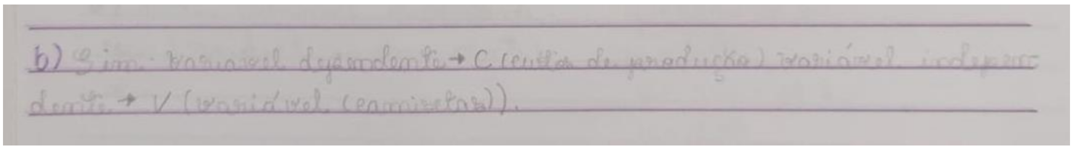
Análise a Priori:

Espera-se que os estudantes respondam que sim e que a variável dependente é o custo de produção, enquanto a variável independente é a quantidade de camisetas.

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 14 e 15:

Aluno 01

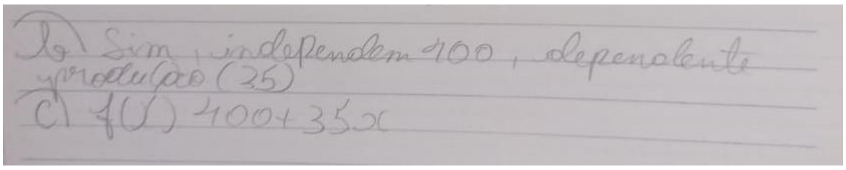
Figura 14: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 15: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Após a elaboração da tabela, os alunos puderam perceber que o custo da produção depende diretamente da quantidade de camisetas a serem produzidas. Respondendo positivamente quando questionados sobre a relação de dependência entre as variáveis, observando, assim, quais são elas: variável independente = quantidade de camisetas; variável dependente = custo de produção.

3) Escreva a lei de formação que representa essa função, ou seja, a lei de formação que relaciona o custo de produção e a quantidade de camisetas.

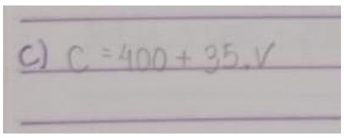
Análise a priori:

Espera-se que os estudantes escrevam: $y = 400 + 35.x$ *ou* $f(x) = 400 + 35.x$

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 16 e 17:

Aluno 01

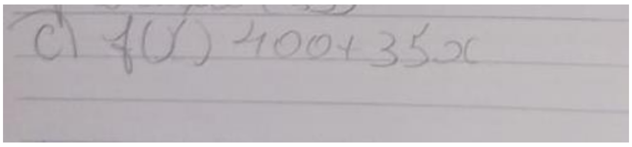
Figura 16: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 17: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

***Análise a posteriori*:**

Os alunos identificaram sem dificuldades qual a lei de formação da situação apresentada, o que difere uma resposta das outras são as letras utilizadas para representar as variáveis.

Em seguida foi explicado aos estudantes que eles acabaram de escrever a lei de formação de uma função afim, ou função polinomial do primeiro grau e que nesse tipo de função, a lei de formação segue a forma $f(x) = a.x + b$, em que a e b são os coeficientes reais. Foi ressaltado que, no caso em que $a \neq 0$ e $b = 0$, isto é, para a função cuja lei de formação seja $f(x) = a.x$, ela é designada função linear. Foi explicado também, também que, na equação $f(x) = 400 + 35.x$, que representa a situação anterior, temos: $a = 35$, $b = 400$. O coeficiente b é chamado de termo independente.

2ª etapa:

- **1h/aula (APRESENTAÇÃO DO GEOGEBRA)**

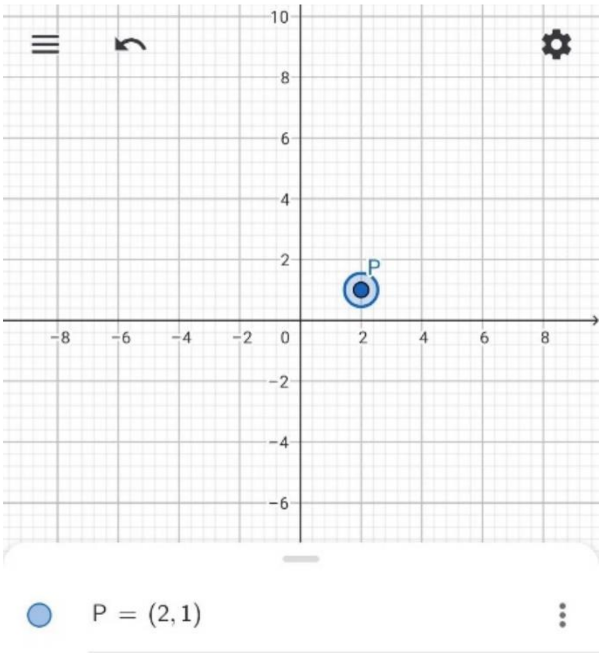
Nesta aula utilizamos o *software* GeoGebra. Os alunos foram orientados a baixarem o *software* no aparelho celular ou *tablet* para que possam conhecer e familiarizar-se com ele.

No primeiro momento, os alunos aprenderam sobre pontos, segmento, e retas, depois entramos com a representação gráfica de funções a partir da inserção da lei algébrica da função. Dessa forma, entendemos que o GeoGebra favoreceu a compreensão da prática relacionada ao conteúdo de Função Polinomial do 1° grau.

Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 18, 19 e 20:

Aluno 01:

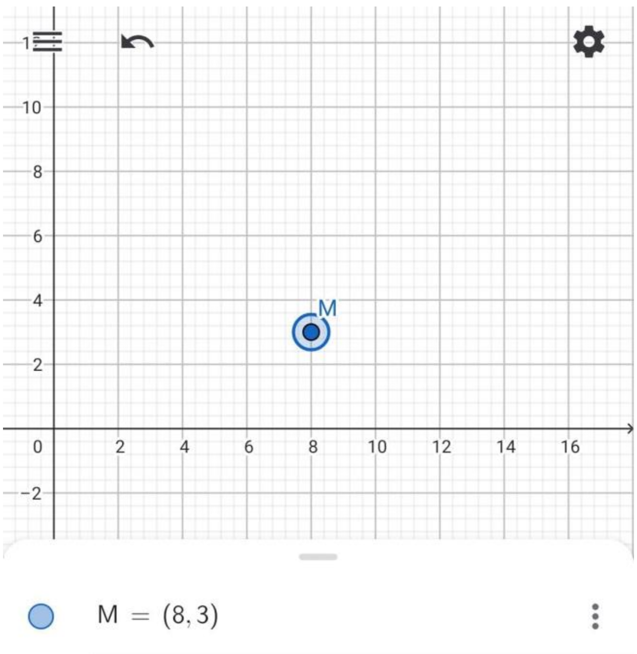
Figura 18: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02:

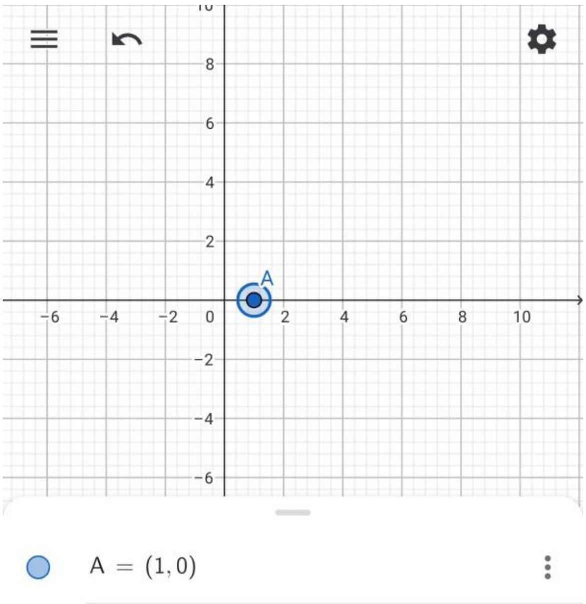
Figura 19: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 03

Figura 20: Respostas do aluno 03



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Neste momento os alunos tiveram o primeiro contato com o GeoGebra. Alguns relataram que conheciam o *software*, outros era a primeira vez. Para esta etapa eles não tiveram dificuldades maiores, no geral conseguiram inserir os pontos, segmentos e retas. Foi explicado como fazia a inserção e, posteriormente, eles o fizeram livremente.

3ª etapa:

- **2h/aula (CONSTRUÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO)**

Nesta aula fizemos a representação gráfica das funções abaixo inicialmente, de maneira manual e posteriormente pelo GeoGebra.

➔ $f(x) = 28x - 2$

➔ $f(x) = 3x$

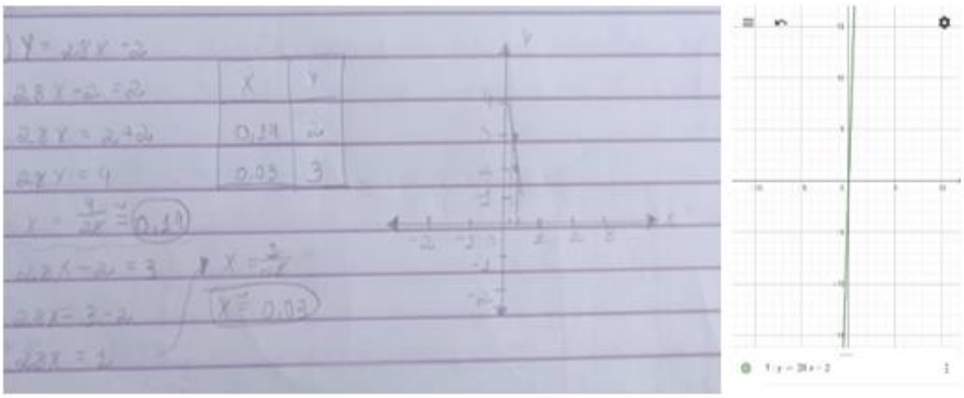
➔ $f(x) = \frac{2x}{3} + \frac{5}{6}$

➔ $f(x) = -5x$

Foi explicado que, para isso, devemos atribuir valores a *x* e obter, pela substituição, os valores correspondentes de *y*.

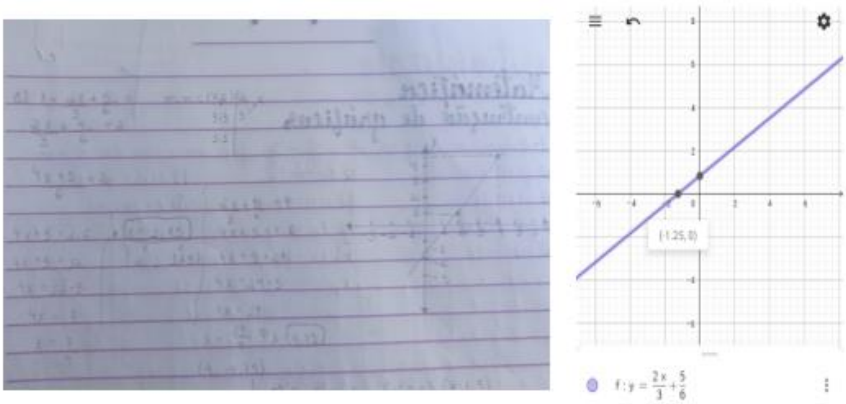
Entre as respostas dos estudantes destacamos nas figuras 21, 22 e 23:

Figura 21: Respostas do aluno 01



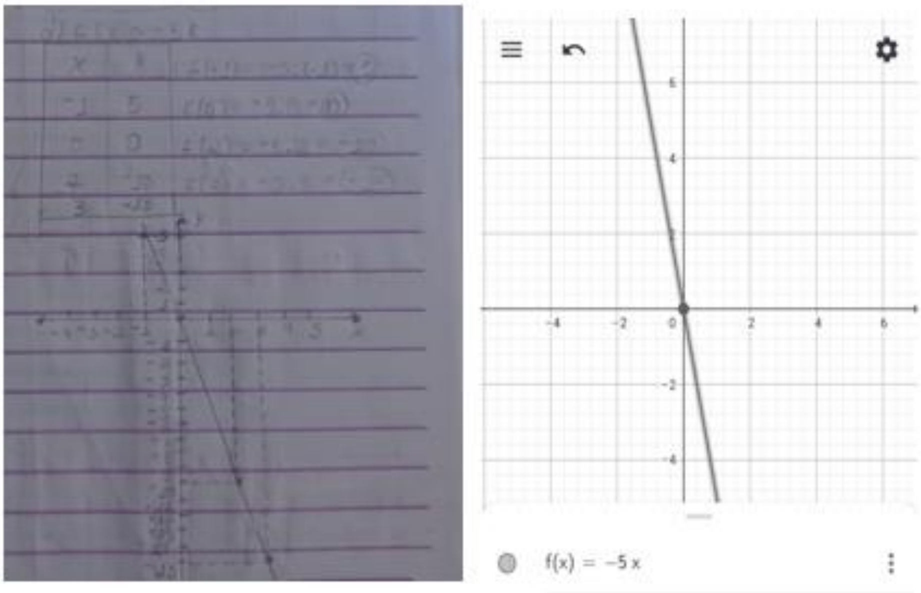
Fonte: Dados da autora (2023)

Figura 22: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Figura 22: Respostas do aluno 03



Fonte: Dados da autora (2023)

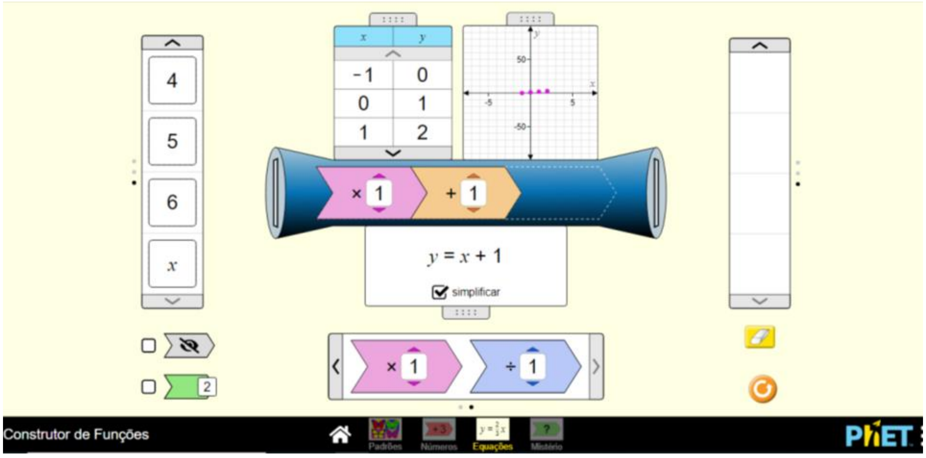
Análise a posteriori:

Diante dos gráficos construídos manualmente e no GeoGebra pudemos concluir que os alunos sabem fazer o procedimento para encontrar o valor de $F(x) = y$, mas quando chegou o momento em que eles tiveram que construir os gráficos, houveram algumas dificuldades, principalmente na localização dos pontos para, em seguida, traçar o gráfico. Quando foram colocar a mesma função no GeoGebra, alguns observaram a semelhança entre os gráficos, em contrapartida outros alunos não obtiveram o mesmo êxito, realizando um esboço errôneo, considerando a mesma função.

Após a realização desta etapa, foi explorado, por meio de um Objeto Virtual de Aprendizagem Construtor de Funções, o conceito de função e os alunos foram estimulados a manipularem funções de forma a compreenderem como se dá a relação de dependência entre duas variáveis.

Os alunos, conforme já foi explicitado, utilizaram o Construtor de Funções, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/function-builder. Eles acessaram essa página e inseriram a função desejada, note que o Construtor de Funções mostra de imediato os valores encontrados após a inserção dos valores, bem como o gráfico da função. A seguir temos a interface do Construtor de Funções:

Figura 23: Interface do Construtor de Funções



Fonte: Dados da autora (2023)

Para essa aula foi apresentado de forma detalhada o funcionamento do Objeto Virtual de Aprendizagem.

- **1h/aula (CONSTRUÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO NO *SOFTWARE* GEOGEBRA)**

SITUAÇÃO PROBLEMA

Problema 01: Rodrigo é taxista e para cobrar o valor das corridas é feito o seguinte cálculo: 4 reais a bandeirada e 2 reais por quilômetro rodado. Para representar o valor da corrida, qual função do 1º grau podemos utilizar?

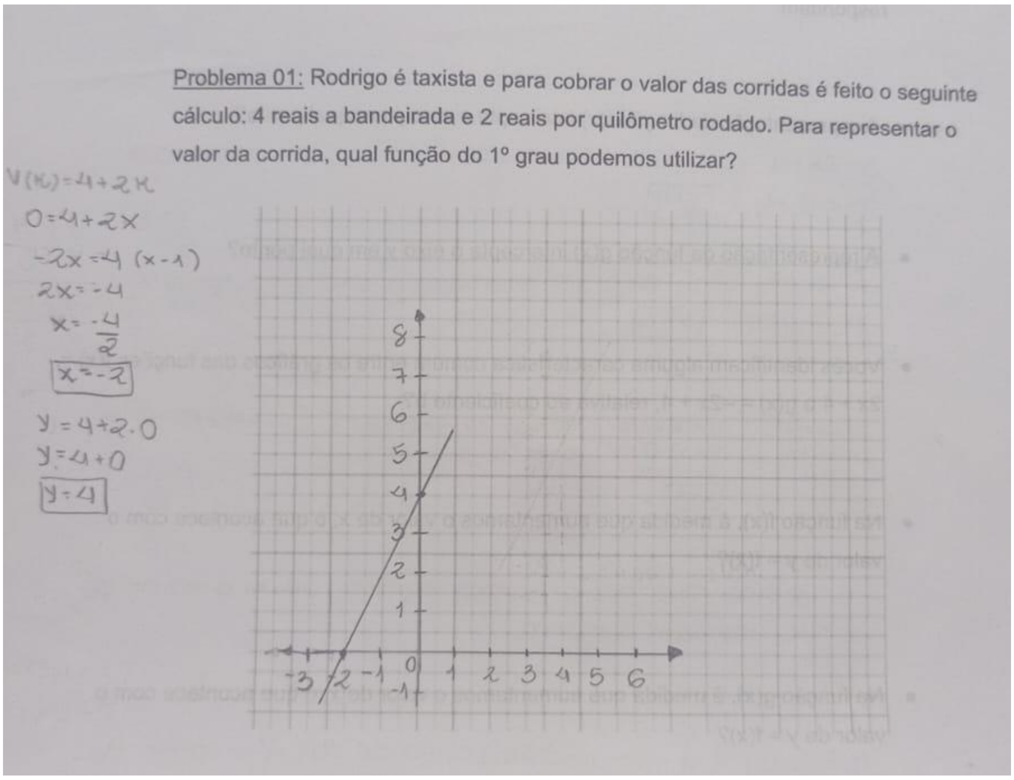
Análise a priori:

Espera-se que os alunos analisem a situação e indiquem como lei de formação a função polinomial do 1º grau $f(x) = 2x + 4$

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 24, 25 e 26.

Aluno 01

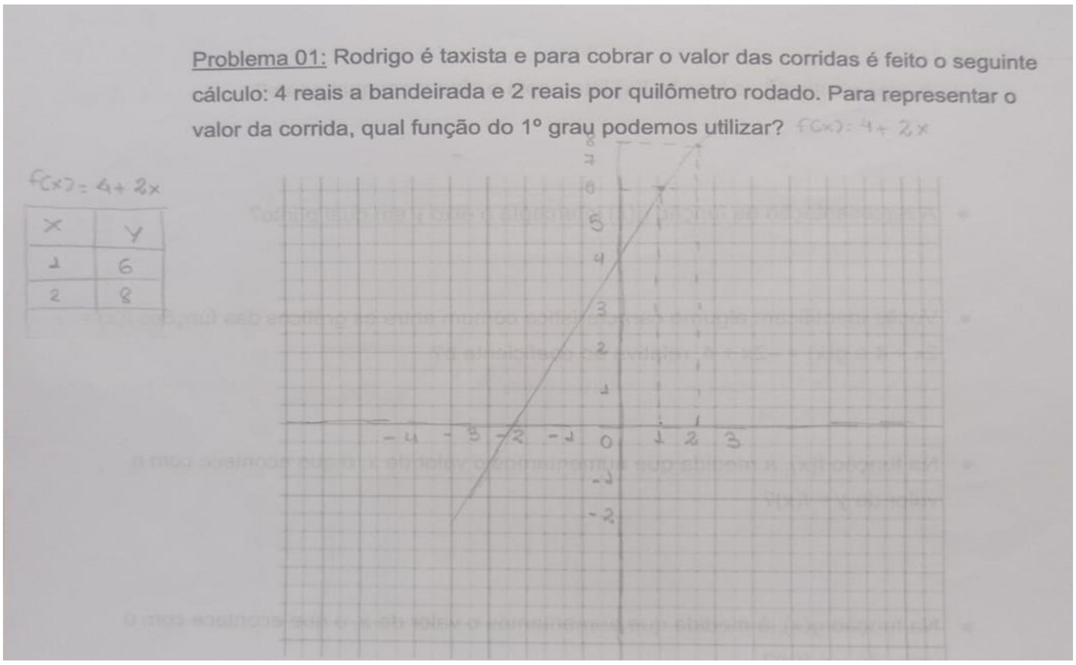
Figura 24: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

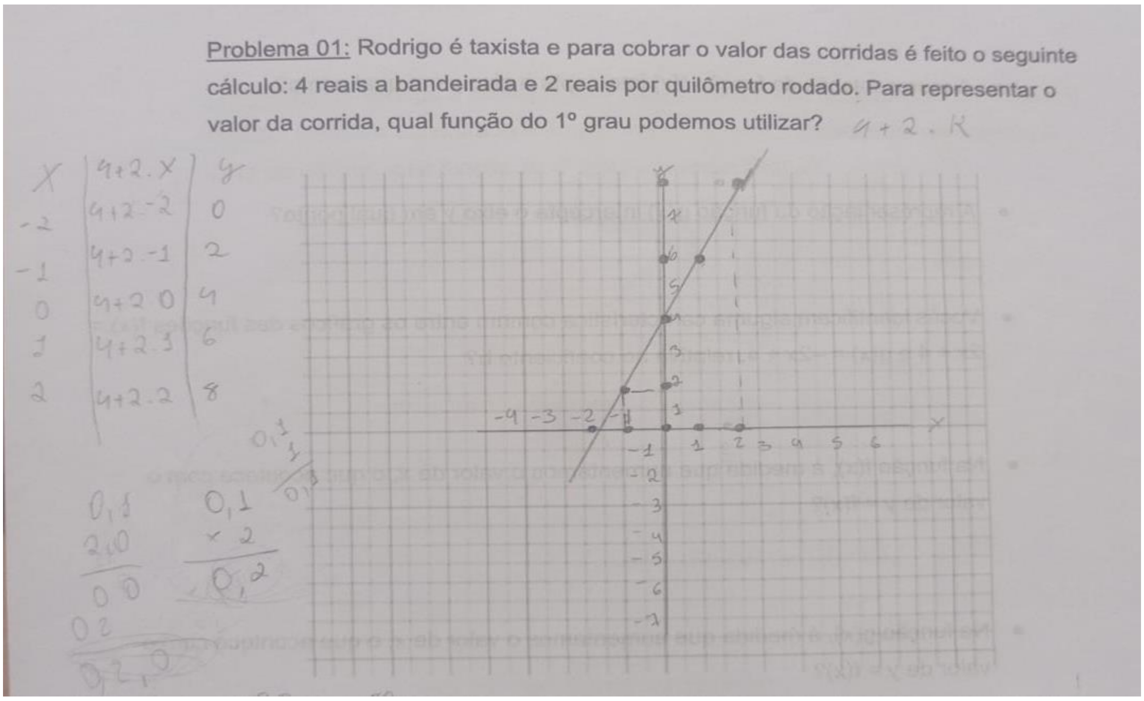
Figura 25: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 03

Figura 26: Respostas do aluno 03



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori:

Nesta primeira situação os alunos não tiveram dúvidas na construção do gráfico, indicaram corretamente a lei de formação resultante do problema e esboçaram o gráfico.

<u>Problema 02:</u> O preço do ingresso para assistir a um determinado *show* é dado pela função $p = -0{,}1x + 80$, em que p representa o valor do ingresso, e x, o público pagante. Sabendo que o preço do ingresso foi de $R\$\ 50{,}00$, o total arrecadado foi de:

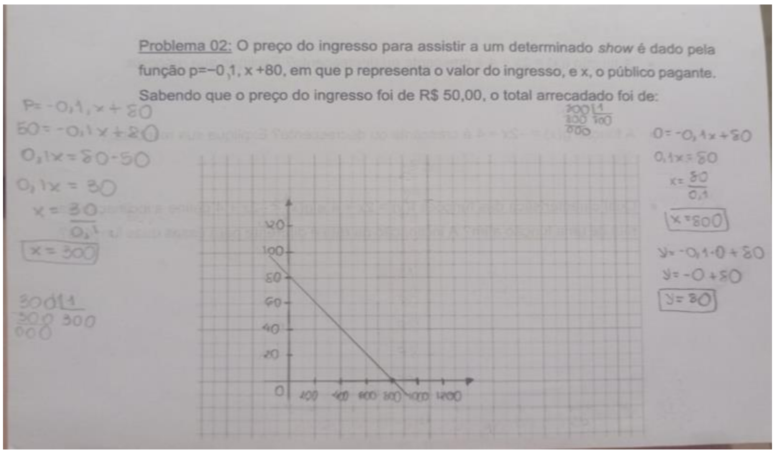
Análise a priori:

Espera-se que os alunos identifiquem as variáveis e substitua o valor do ingresso $p = 50$ *e, posteriormente, multiplique a quantidade encontrada de pessoas de* $x = 300$ *por* $R\$\ 50{,}00$ *que é o valor do ingresso. Encontrando, assim, o valor total arrecadado com o show que é igual a* $R\$\ 15000{,}00$.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 27, 28 e 29.

Aluno 01

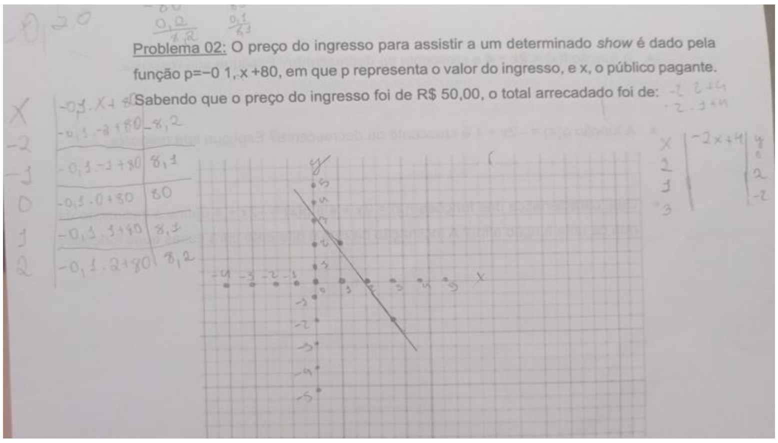
Figura 27: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

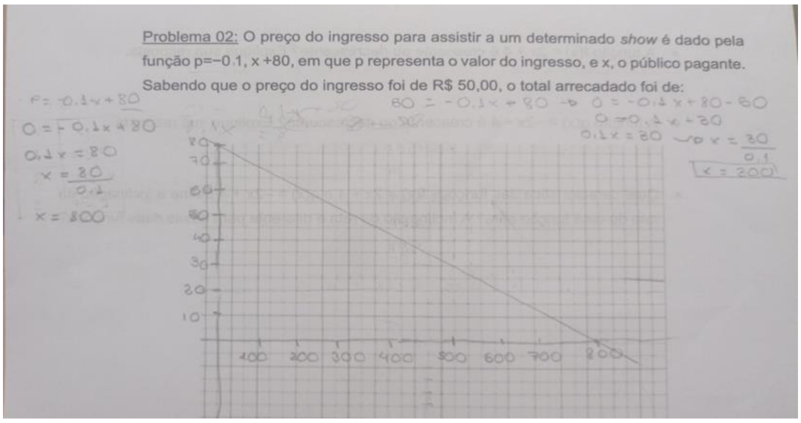
Figura 28: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 03

Figura 29: Respostas do aluno 03



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori:

Na segunda situação os alunos não tiveram o mesmo êxito que na situação anterior. Grande maioria só conseguiu avançar até o número de público pagante x = 300, mas não se atentaram que a pergunta realizada na questão é o valor total arrecadado. Sendo assim, nenhum aluno respondeu corretamente à situação 2.

Por fim, os alunos consideraram as seguintes funções para responder às questões $f(x) = 2x + 4$ e $g(x) = -2x + 4$:

2º) Após o esboço das funções os estudantes analisaram as representações gráficas e responderam as questões:

- A representação da função $f(x)$ intercepta o eixo y em qual ponto?

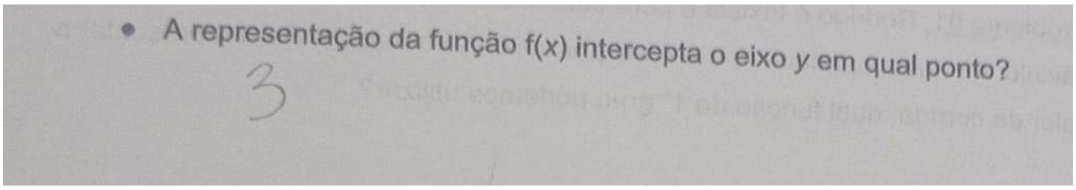
Análise a priori:

Espera-se que os estudantes analisem a função f(x) e considerem o valor de b como o ponto em que a reta corta o eixo y, visto que para que isso ocorra o valor de x dever ser igual a 0.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 30 e 31.

Aluno 01

Figura 30: Respostas do aluno 01



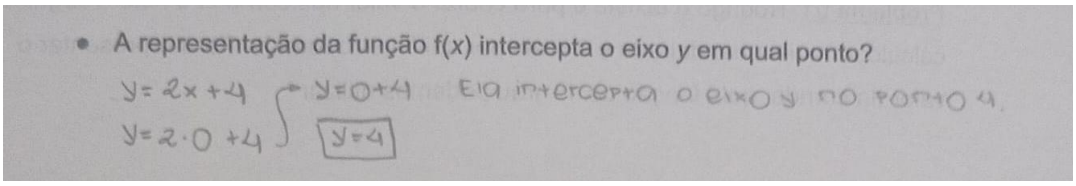
- A representação da função f(x) intercepta o eixo y em qual ponto?

3

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 31: Respostas do aluno 02



- A representação da função f(x) intercepta o eixo y em qual ponto?

$y = 2x + 4 \quad y = 0 + 4$ Ela intercepta o eixo y no ponto 4.

$y = 2 \cdot 0 + 4 \quad \boxed{y=4}$

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Ao analisarmos as respostas dadas, notemos que o aluno 01 não compreendeu ou não soube responder o que foi questionado, enquanto o aluno 02 respondeu perfeitamente o que se esperava a priori.

- <u>A representação da função $g(x)$ intercepta o eixo y em qual ponto?</u>

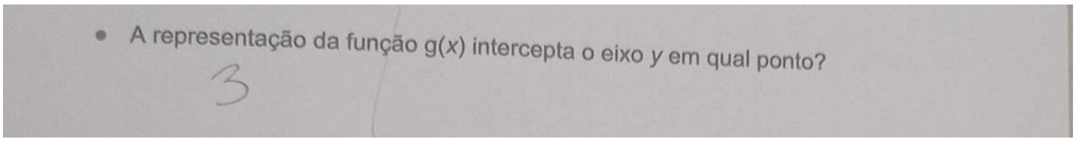
Análise a priori

Espera-se que os estudantes analisem a função $g(x)$ e considerem o valor de b como o ponto em que a reta corta o eixo y, visto que para que isso ocorra o valor de x dever ser igual a 0.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 32 e 33.

Aluno 01

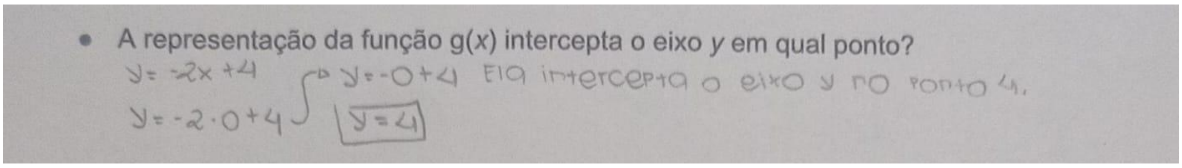
Figura 32: Respostas do aluno 01



Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 33: Respostas do aluno 02



Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Ao analisarmos as respostas dadas, notemos que o aluno 01 não compreendeu ou não soube responder o que foi questionado, enquanto o aluno 02 respondeu perfeitamente o que se esperava a priori.

- <u>Vocês identificam alguma característica comum entre os gráficos das funções $f(x) = 2x + 4$ e $g(x) = -2x + 4$, relativa ao coeficiente b?</u>

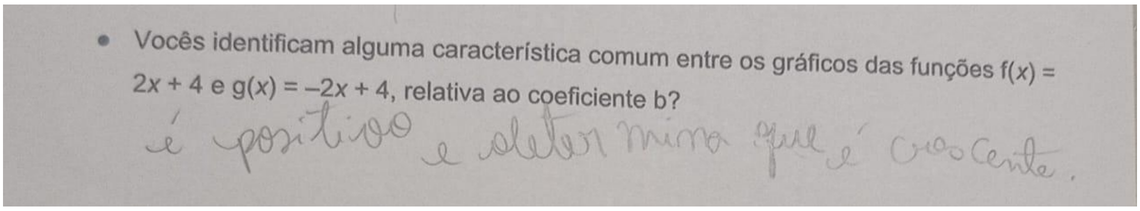
Análise a priori

Espera-se que os estudantes analisem as funções $g(x)$ e $f(x)$, considerem o valor de b como o ponto em que a reta corta o eixo y, e identifiquem $b = 4$ em ambas as funções, e por fim que a reta interceptará o eixo y no mesmo ponto.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 34 e 35.

Aluno 01

Figura 34: Respostas do aluno 01



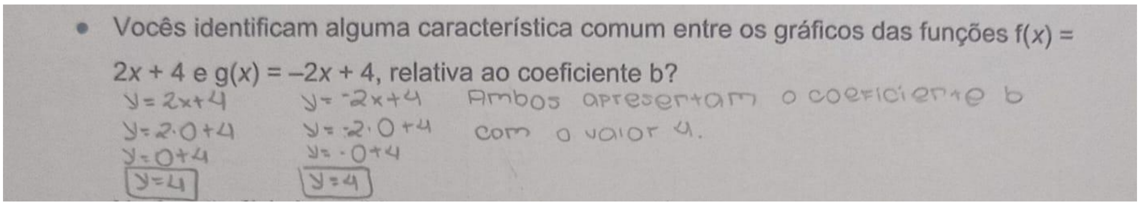
- Vocês identificam alguma característica comum entre os gráficos das funções f(x) = 2x + 4 e g(x) = –2x + 4, relativa ao coeficiente b?

é positivo e determina que é crescente.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 35: Respostas do aluno 02



- Vocês identificam alguma característica comum entre os gráficos das funções f(x) = 2x + 4 e g(x) = –2x + 4, relativa ao coeficiente b?

y = 2x+4   y = -2x+4   Ambos apresentam o coeficiente b
y = 2·0+4   y = -2·0+4   com o valor 4.
y = 0+4   y = -0+4
$\boxed{y=4}$ $\boxed{y=4}$

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Notou-se que o aluno 01, possivelmente, fez uma confusão em relação aos coeficientes a e b, respondendo assim de maneira errônea. Enquanto o aluno 02 analisou e respondeu corretamente o que foi perguntado. De maneira os estudantes não apresentaram dificuldade em identificar tais coeficientes.

- <u>Na função $f(x)$, à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de $y = f(x)$?</u>

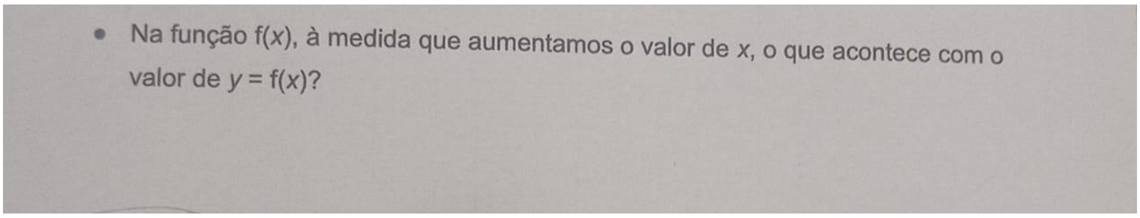
Análise a priori

Como se trata de uma função crescente, espera-se que os alunos identifiquem a proporcionalidade entre as variáveis, e observem que quando aumentamos o valor de x, o valor do y também aumentará.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 36 e 37.

Aluno 01

Figura 36: Respostas do aluno 01

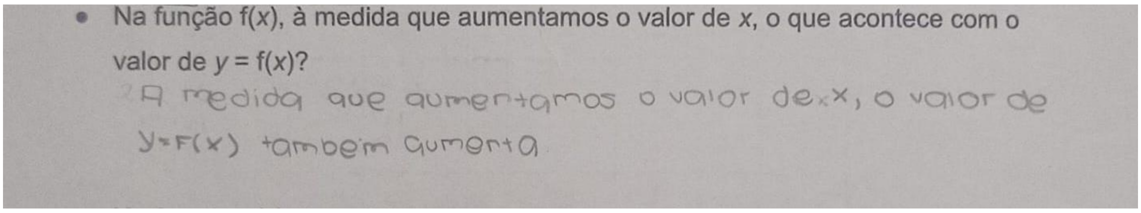


- Na função f(x), à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de y = f(x)?

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 37: Respostas do aluno 02



- Na função f(x), à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de y = f(x)?

A medida que aumentamos o valor de x, o valor de y=F(x) tambem aumenta

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

O aluno 01 não soube responder à pergunta e deixou-a em branco, enquanto que o aluno 02 compreendeu a questão e respondeu conforme o esperado. De maneira geral os estudantes, identificar que uma função é crescente foi desafiador para os estudantes.

- *Na função $g(x)$, à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de $y = g(x)$?*

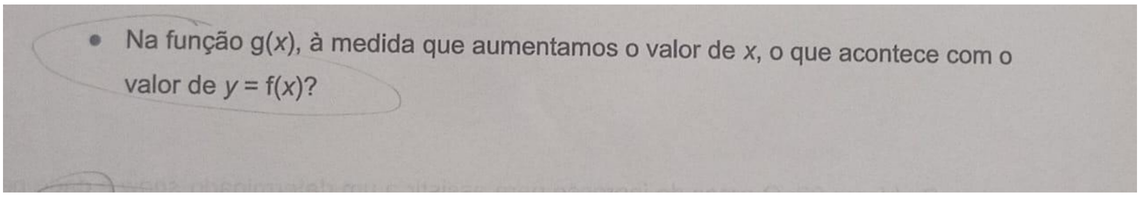
Análise a priori

Como se trata de uma função decrescente, espera-se que os observem que quando aumentamos o valor de x, o valor do y diminuirá proporcionalmente.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 38 e 39.

Aluno 01

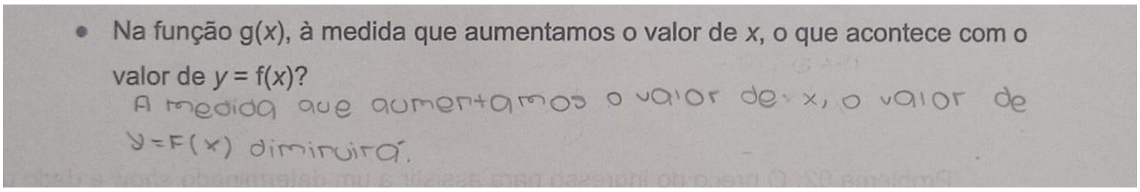
Figura 38: Respostas do aluno 01


- Na função g(x), à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de y = f(x)?

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 39: Respostas do aluno 02


- Na função g(x), à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de y = f(x)?

A medida que aumentamos o valor de x, o valor de y=F(x) diminuirá.

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

O aluno 01 não soube responder à pergunta e deixou-a em branco, enquanto que o aluno 02 compreendeu a questão e respondeu conforme o esperado. De forma geral os estudantes apresentaram certa dificuldade na compreensão dessa questão.

- A função $f(x) = 2x + 4$ é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.

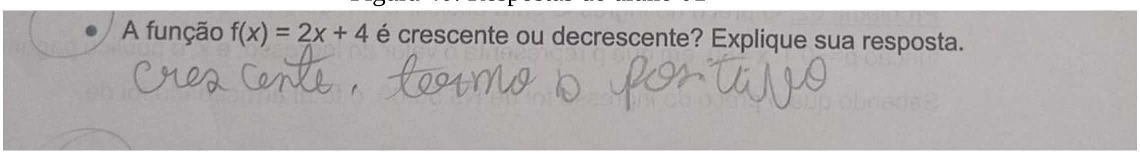
Análise a priori

É esperado que os alunos analisem o sinal positivo do coeficiente a e considerem a função $f(x)$ como sendo uma função crescente.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 40 e 41.

Aluno 01

Figura 40: Respostas do aluno 01

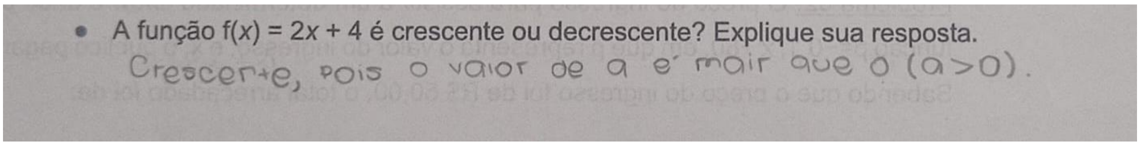

- A função f(x) = 2x + 4 é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.

Crez cente, termo b positivo

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 41: Respostas do aluno 02



- A função f(x) = 2x + 4 é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.

Crescente, pois o valor de a é mair que 0 $(a>0)$.

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Ambos os alunos responderam corretamente à pergunta, observando que os coeficientes a de ambas as funções são positivos, tornando-as funções crescentes. Esse entendimento foi bem significativo entre os estudantes.

- <u>A função $g(x) = -2x + 4$ é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.</u>

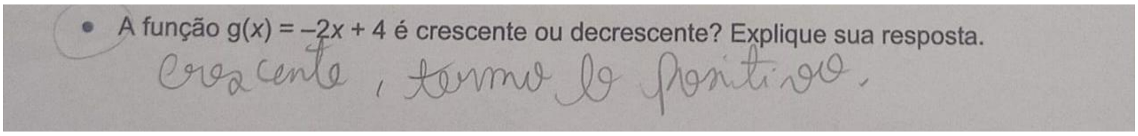
Análise a priori

É esperado que os alunos analisem o sinal negativo do coeficiente a e considerem a função $g(x)$ como sendo uma função decrescente.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 42 e 43.

Aluno 01

Figura 42: Respostas do aluno 01



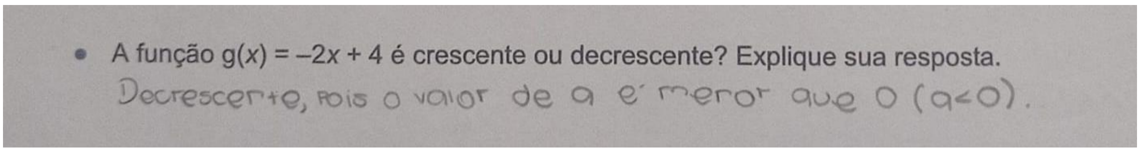
- A função g(x) = –2x + 4 é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.

Crescente, termo b positivo.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 43: Respostas do aluno 02



- A função g(x) = –2x + 4 é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.

Decrescente, pois o valor de a é menor que 0 $(a<0)$.

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Notemos que o aluno 01 fez uma confusão em relação aos coeficientes a e b, respondendo de forma equivocada, enquanto que o aluno 02 observou e respondeu corretamente ao que foi perguntado. Mas no geral a turma compreendeu o significado dos coeficientes na lei de formação da função.

- <u>Qual característica das funções $f(x) = 2x + 4$ e $g(x) = -2x + 4$ define a inclinação da reta de uma função afim? A inclinação da reta é diferente para essas duas funções?</u>

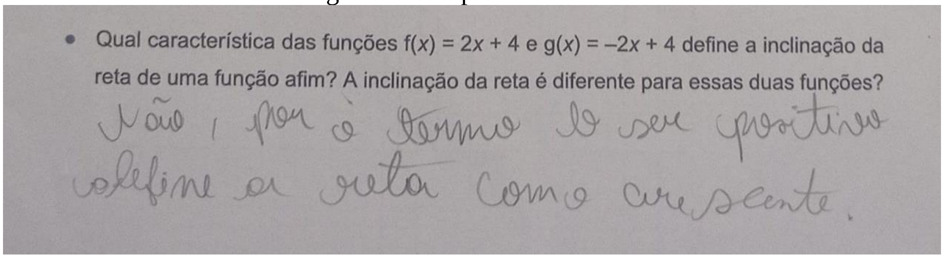
Análise a priori

Espera-se que os alunos respondam que o coeficiente de x, a, está ligado à sua inclinação em relação ao eixo x, o eixo das abscissas.

Seguem as resoluções apresentadas por alguns estudantes nas figuras 44 e 45.

Aluno 01

Figura 44: Respostas do aluno 01



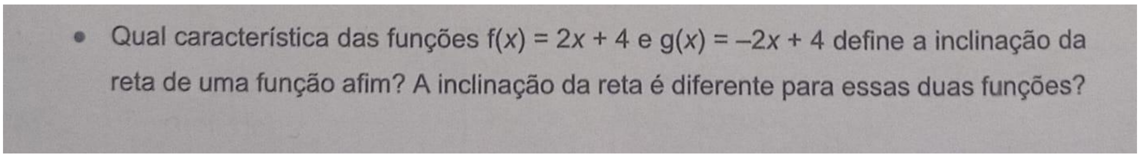
- Qual característica das funções f(x) = 2x + 4 e g(x) = –2x + 4 define a inclinação da reta de uma função afim? A inclinação da reta é diferente para essas duas funções?

Não, por o termo b ser positivo define a reta como crescente.

Fonte: Dados da autora (2023)

Aluno 02

Figura 45: Respostas do aluno 02



- Qual característica das funções f(x) = 2x + 4 e g(x) = –2x + 4 define a inclinação da reta de uma função afim? A inclinação da reta é diferente para essas duas funções?

Fonte: Dados da autora (2023)

Análise a posteriori

Nenhum dos dois alunos responderam corretamente ao que foi perguntado, o aluno 01 fez confusão com os coeficientes a e b, e o aluno 02 deixou a questão em branco. Essa foi uma dificuldade geral da turma.

A etapa de aplicação da Sequência Didática foi importante pois pudemos vivenciar a experiência dos alunos com o manuseio da tecnologia atrelada ao ensino e aprendizagem em sala de aula, e o fato de estarem acostumados com o uso do aparelho celular quase que em tempo integral fez com que eles gostassem de trabalhar com o GeoGebra, mesmo tendo algumas limitações com a inserção das informações no *software*.

Nas atividades que solicitaram a construção dos gráficos das funções polinomiais do 1º grau no caderno, percebemos uma dificuldade na compreensão das informações a serem consideradas, em relação à identificação dos pontos em relação aos eixos, e quando isso ocorreu fizemos o uso do GeoGebra simultaneamente para que os alunos observassem a maneira correta de inserção e posicionamento dos valores. Neste momento eles ficavam impressionados com o GeoGebra e com a assertividade do *software* na construção dos gráficos. Logo, nota-se que o uso de ferramentas que acrescentam positivamente no ensino e aprendizagem deve ser inserido com mais frequência, visto que há um interesse maior por parte dos alunos quando trabalhamos com tecnologias que eles têm acesso e dominam o uso. Em contrapartida, mesmo com o uso frequente do celular, de tecnologias semelhantes e dominando-as, pudemos observar uma dificuldade na compreensão de conteúdos matemáticos apresentados em sala de aula, pois eles se limitam às perguntas simples e respostas curtas e quando se deparam com algo mais complexo que exige um pouco mais de interpretação e análise, a maioria dos alunos não conseguem compreender e, consequentemente, responder ao que se pede.

De modo geral, a inserção de tecnologias durante as aulas só trouxe benefícios para o ensino e a aprendizagem do conteúdo de função polinomial do 1º grau, uma vez que os alunos podem ver a inovação tecnológica de um trabalho feito de forma manual em sala de aula, sentindo-se entusiasmados com o uso de algo presente no dia a dia, no aprendizado da matemática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a construir, aplicar e analisar uma sequência didática, mediante às etapas da Engenharia Didática, tendo como ferramentas o *software* GeoGebra e o Construtor de Funções, a fim de verificar como essa sequência pode contribuir para o processo de ensino de funções reais definidas por polinômios do 1º grau, para estudantes do 9º ano do ensino fundamental. Apresentamos pressuposto metodológicos que embasaram a produção da SD e apontamos a importância da inserção do uso da tecnologia na sala de aula. Por fim, analisamos as informações adquiridas após a aplicação desta sequência, ancorada em referenciais teóricos, detalhando cada etapa e confrontando as análises a priori e posteriori propostas na pesquisa.

Apesar da facilidade ao acesso às informações pelo uso das tecnologias, não se percebe a mesma facilidade na compreensão dos ensinamentos em sala de aula, pois percebe-se alunos acostumados com as informações e respostas prontas e curtas, e o fato de ser necessário fazer a interpretação de uma situação problema e transformá-la para a linguagem matemática traz à tona muitos déficits. Em contrapartida, as aulas nas quais utilizamos recursos tecnológicos foram mais dinâmicas e proveitosas, pois, mesmo com as dificuldades, os alunos se mostraram entusiasmados por poderem utilizar seus celulares durante a aula, o que fez a aula ser mais produtiva que o habitual.

A sequência didática elaborada neste trabalho foi aplicada durante as oito aulas previstas, porém houve dificuldade para fazermos o uso do Construtor de Funções, pois requer o uso da *internet* e o acesso é moderado a todos os alunos. Então, optamos por utilizar apenas o GeoGebra, então solicitamos aos alunos que baixassem o aplicativo com antecedência e no dia das aulas não teríamos dificuldades em manuseá-lo. É importante salientar sobre o uso da Engenharia Didática nesta aplicação da SD, pois pudemos confrontar nossas expectativas acerca do desenvolvimento das aulas práticas e refletir sobre o que esperávamos na análise a priori e o que pudemos constatar na análise a posteriori.

Desse modo, acredito que esta pesquisa atingiu seus objetivos, trazendo uma discussão sobre o ensino tradicional da função afim e o ensino utilizando as tecnologias acessíveis, demonstrando, também, como o planejamento metodológico através da Engenharia Didática pode nos ajudar na compreensão e observância das dificuldades encontradas pelos alunos, preparando-nos para sanar possíveis dúvidas que podem ocorrer.

Em resposta à questão de pesquisa entendemos que a Sequência Didática utilizando os *softwares* GeoGebra e o Objeto Virtual de Aprendizagem Construtor de

Funções pôde contribuir para o ensino de função polinomial do 1º grau para os sujeitos de pesquisa.

Sugere-se novas propostas de Sequências Didáticas produzidas na metodologia da Engenharia Didática, pois torna o ensino aprendizagem multifacetado e reparador, favorecendo, assim a atenuação de erros e lacunas na aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. Engenharia didática: evolução e diversidade. **REVEMAT:** Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 7, n. 2, p. 22-52, 2012.

ALMOULOUD, S.; SILVA COUTINHO, C. Q. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd. **REVEMAT:** Revista Eletrônica de Educação Matemática**,** v. 3, n. 6, p. 62-77, 2008.

ANJOS, Elainy Mary Oliveira dos; CONCEIÇÃO, Lívia Beatriz da; DAMASCENO, Ozéas Péricles Silva. As contribuições das novas tecnologias para a prática docente. **Revista EDaPECI,** v. 13, n. 1, jan./abr. 2013.

ARTIGUE, M. Epistémologie et Didactique. Recherches en didactique des mathématiques. **Grenoble,** v. 10, n. 2.3, p. 241-286, 1990.

ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. Recherches en didactique des mathématiques. **Grenoble,** v. 9. n. 3, p. 281-308, 1988.

BATISTA, Aurianderson Domingos. **O uso do software geogebra como quebra-cabeça utilizado como tutorial guiado:** uma possibilidade para a aprendizagem de função afim no 1° ano do ensino médio de uma escola pública de Tefé-AM. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Matemática, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Tefé – AM, 2020, 70p.

CASTILHO, C. R.; FIGUEIREDO, H. A.; RODRIGUES, C. K. Engenharia Didática como metodologia de pesquisa e dispositivo metodológico para a sala de aula. **Educ. Matem. Pesq.** São Paulo, v. 22, n. 3, p. 429-456, 2020.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Trad. Magda Lopes, 3 ed. Porto Alegre: Srtmed, 2010.

DOURADO, Grasiela. **Reflexões sobre o ensino híbrido.** 2020. Disponível em: https://www.construirnoticias.com.br/reflexoes-sobre-o-ensino-hibrido/ Acesso realizado em: 19/11/23.

DULLIUS, Maria Madalena., et al. **Professores de Matemática e o Uso de Tecnologias**. Rio Grande do Sul, Lajeado, Centro Universitário UNIVATES, 2006.

GONÇALVES, Allan M. Henriques. **Explorando as funções quadráticas como auxílio do geogebra.** Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Ensino de Ciências Matemática, Patos-PB, 2021.

OLIVEIRA, Edvaldo Ramalho de; CUNHA, Douglas da Silva. **O uso da tecnologia no ensino da matemática: contribuições do software geogebra no ensino da função do 1º grau.** Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Ensino de Ciências e Matemática, Patos-PB, 2020.

PONTE, J. P.; BROCADO, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula.** Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

SANCHO, Juana. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SIMON, Andrei Feltrin. **O uso das tecnologias no ensino da matemática em uma escola de ensino fundamental da rede municipal de Cocal do Sul-SC.** 2013. Monografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC.

SOUZA, Alécio De Andrade. O uso de *softwares* educativos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem para construção de uma autonomia do estudante do ensino médio com intermediação tecnológica da Bahia – EMITEC. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 10, n. 6, p. 99-110, jul. 2021.

STAA, B. V. Razões para investir em computadores nas escolas. **Revista Pátio**. São Paulo: Artmed. n. 40. p. 27 - 29, jan. 2007.

ANEXO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

QUANTIDADE ESTIMADA DE AULAS	
● 8 aulas de aproximadamente 50 minutos cada	
OBJETO DE CONHECIMENTO	**HABILIDADES**
● Funções definidas por um polinômio do 1º grau: representações algébrica e gráfica; ● Grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais.	● (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis. ● (EF09MA08) Resolver e elaborar situações- problema que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação, em contextos socioculturais, ambientais e de outras áreas.
OBJETIVOS	
● Compreender o conceito de função como relação de dependência unívoca entre duas grandezas. ● Determinar a lei de formação de uma função. ● Identificar situações que envolvam relações de dependência entre duas grandezas. ● Reconhecer uma função afim, seus termos e suas propriedades. ● Interpretar e construir o gráfico de uma função afim de variáveis reais. ● Classificar uma função afim em crescente ou decrescente. ● Determinar o zero de uma função afim de variáveis reais e as coordenadas do ponto em que seu gráfico intersecta o eixo y.	
RECURSOS UTILIZADOS	
● Lousa; ● Caderno; ● Projetor multimídia; ● Dispositivo com acesso à internet; ● Papel quadriculado;	● Régua; ● *Software* GeoGebra. ● Objeto virtual de aprendizagem (OVA) Construtor de Funções, elaborado pela PhET Interactive Simulations

DESENVOLVIMENTO DA SEQUENCIA DIDÁTICA

1ª etapa

- **1 h/aula**

Nesta etapa, o objetivo é investigar os conhecimentos prévios dos alunos, sem apresentar explicações, mas apenas instigando-os ao estudo do conteúdo. Inicialmente, a proposta é discutir a respeito da relação entre situações do cotidiano e as funções afim, solicitando aos alunos a identificação de exemplos de seu dia a dia.

Iniciaremos agrupando os estudantes em duplas e, para a ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes, faremos o seguinte questionamento: "*Em quais situações do cotidiano os conceitos de função e relação entre duas variáveis aparecem?*"; "*O que vocês entendem pela palavra dependência?*"; "*O que significa afirmar que uma variável é dependente da outra?*". Ouvir os estudantes, anotar no quadro as ideias expostas e, em seguida, apresentar alguns exemplos de situações que envolvam o significado de função e relação entre duas variáveis:

1) O valor do pagamento para um aplicativo de transporte individual de passageiros depende da distância a ser percorrida no trajeto.

Análise a priori:
Espera-se que os estudantes identifiquem as variáveis e representar na linguagem matemática: o valor do pagamento e a distância percorrida no trajeto.

2) A comissão de um vendedor é calculada em função do quanto ele vende em determinado período.

Análise a priori:
Espera-se que os estudantes identifiquem como variáveis e representar na linguagem matemática: a comissão do vendedor e o valor vendido num determinado período.

3) O valor da arrecadação da bilheteria de um espetáculo teatral é calculado em função da quantidade de ingressos vendidos.

Análise a priori:
Espera-se que os estudantes identifiquem as variáveis e representar na linguagem matemática: valor arrecadado e a quantidade de ingressos vendidos.

Na sequência, será solicitado aos estudantes que identifiquem as variáveis associadas às situações descritas e qual relação de dependência eles identificam entre elas.

Para finalizar, pedir aos estudantes que escrevam no caderno outras situações do cotidiano em que seja possível observar o conceito de função e a relação entre duas variáveis.

- **2 h/aula**

Será trabalhada a definição de Função Afim, como uma função polinomial do 1º grau definida pela presença de duas incógnitas x e y. Em que x é a variável independente e y a variável dependente.

Sendo definida como:

$$\boldsymbol{y = ax + b,}$$

sendo o a (coeficiente angular) e b (coeficiente linear) números reais quaisquer.
Como exemplo, será exposta a situação a seguir:

“*Daiana tem uma confecção de camisetas. Analisando os custos de produção, ela calculou que tem um custo fixo de R$ 400,00 e um custo variável de R$ 35,00 por camiseta produzida.*”

1) A partir dessa situação os estudantes realizarão as atividades:

Elabore um quadro para representar a correspondência entre as variáveis "quantidade de camisetas" e "custo de produção".

Quantidade de camisetas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Custo de produção	435	470	505	540	575	610	645

2) Analisando a tabela elaborada, pode-se concluir que o custo de produção é calculado em função da quantidade de camisetas? Nesse caso, qual é a variável dependente e qual é a independente?

Análise a priori

Espera-se que os estudantes respondam que sim e que a variável dependente é o custo de produção, enquanto a variável independente é a quantidade de camisetas.

3) Escreva a lei de formação que representa essa função, ou seja, a lei de formação que relaciona o custo de produção e a quantidade de camisetas.

Análise a priori

Espera-se que os estudantes escrevam: $y = 400 + 35x$ ou $f(x) = 400 + 35x$.

4) Será explicado aos estudantes que eles acabaram de escrever a lei de formação de uma função afim, ou função polinomial do primeiro grau. Nesse tipo de função, a lei de formação segue a forma $f(x) = a.x + b$, em que a e b são os coeficientes reais. Ressaltar que, no caso em que $a \neq 0$ e $b = 0$, isto é, para a função afim cuja lei de formação seja $f(x) = a.x$, ela é designada função linear.

5) Explicar também que, na equação $f(x) = 400 + 35.x$, que representa a situação anterior, temos: $a = 35$, $b = 400$. O coeficiente b é chamado de termo independente.

2ª etapa

- **1 h/aula (APRESENTAÇÃO DO GEOGEBRA)**

Nesta aula utilizaremos o software GeoGebra. Os alunos serão orientados a baixarem o software no aparelho celular ou tablet para que possam conhecer e familiarizar-se com a ferramenta.

No primeiro momento, os alunos aprenderão sobre pontos, segmento, e retas, depois entramos com o algoritmo da função. Com esses conhecimentos prévios terão a capacidade de trabalhar as variáveis e as funções. Dessa forma, o GeoGebra favorece a compreensão da prática relacionada ao conteúdo de Função Polinomial do 1° grau.

3ª etapa:

- **3h/aula (CONSTRUÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO)**

Nesta aula faremos a representação gráfica de uma função afim. Essa representação será feita, inicialmente, de maneira manual, no papel quadriculado. Faremos a representação das funções abaixo:

➔ $f(x) = 28x - 2$
➔ $f(x) = 3x$
➔ $f(x) = \frac{2x}{3} + \frac{5}{6}$
➔ $f(x) = -5x$

Será explicado que, para isso, devemos atribuir valores a x e obter, pela substituição, os valores correspondentes de y.

Após a realização desta etapa, será explorado, por meio de um Objeto Virtual de Aprendizagem Construtor de Funções, o conceito de função e os alunos serão estimulados a manipularem funções de forma a compreenderem como se dá a relação de dependência entre duas variáveis.

Os alunos utilizarão o Construtor de Funções, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/function-builder. Eles devem acessar essa página e inserir a função desejada, como no exemplo abaixo. Note que o Construtor de Funções mostra de imediato os valores encontrados após a inserção dos valores, bem como o gráfico da função.

No decorrer da aula será apresentado de forma detalhada o funcionamento do Objeto Virtual de Aprendizagem.

- **2h/aula (CONSTRUÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO NO *SOFTWARE* GEOGEBRA)**

Prosseguiremos, solicitando aos estudantes que utilizem seus dispositivos eletrônicos para acessar o software de GeoGebra, a fim de elaborarem e analisarem o comportamento de algumas funções dadas anteriormente.

1) No software GeoGebra, elaborar a representação gráfica de:

SITUAÇÃO PROBLEMA

Problema 01: Rodrigo é taxista e para cobrar o valor das corridas é feito o seguinte cálculo: 4 reais a bandeirada e 2 reais por quilômetro rodado. Para representar o valor da corrida, qual função do 1º grau podemos utilizar?

Análise a priori:
Espera-se que os alunos analisem a situação e indiquem como lei de formação a função polinomial do 1º grau $f(x) = 2x + 4$.

Problema 02: O preço do ingresso para assistir a um determinado *show* é dado pela função $p = -0{,}1x + 80$, em que p representa o valor do ingresso, e x, o público pagante. Sabendo que o preço do ingresso foi de $R\$\ 50{,}00$, o total arrecadado foi de:

Análise a priori
Espera-se que os alunos identifiquem as variáveis e substitua o valor do ingresso $\mathrm{p} = 50$ e, posteriormente, multiplique a quantidade encontrada de pessoas de $x = 300$ por R\$ $50{,}00$

que é o valor do ingresso. Encontrando, assim, o valor total arrecadado com o show que é igual a R$ 15000,00.

2) Por fim, os alunos considerarão as seguintes funções para responder às questões

$$f(x) = 2x + 4 \text{ e } g(x) = -2x + 4$$

Após a inserção das funções no GeoGebra e analisar as representações gráficas, respondam:

- A representação da função $f(x)$ intercepta o eixo y em qual ponto?
- A representação da função $g(x)$ intercepta o eixo y em qual ponto?
- Vocês identificam alguma característica comum entre os gráficos das funções $f(x) = 2x + 4$ e $g(x) = -2x + 4$, relativa ao coeficiente b? Será explicado que o coeficiente b é denominado coeficiente linear da função.
- Na função $f(x)$, à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de $y = f(x)$?
- Na função $g(x)$, à medida que aumentamos o valor de x, o que acontece com o valor de $y = g(x)$?
- A função $f(x) = 2x + 4$ é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.
- A função $g(x) = -2x + 4$ é crescente ou decrescente? Explique sua resposta.
- Qual característica das funções $f(x) = 2x + 4$ e $g(x) = -2x + 4$ define a inclinação da reta de uma função afim? A inclinação da reta é diferente para essas duas funções?

Será explicado que o coeficiente a está relacionado com a inclinação da reta e é chamado de coeficiente angular da função.