



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

A Importância do Uso das Situações-Problemas Baseadas em Otimização como uma Abordagem Interdisciplinar no Ensino de Engenharia e Matemática

Alireza Mohebi Ashtiani

Departamento Acadêmico de Matemática (DAMAT-LD) e Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede (PROFMAT-CP) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Londrina)
ashtiani@utfpr.edu.br

Jorge Matheus Fernandes de Camargo

Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede (PROFMAT-CP) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Cornélio Procópio)
jorgematheus.jmfc@gmail.com

Resumo: A maioria dos estudantes apresenta uma certa dificuldade na compreensão dos conceitos básicos de matemática do ensino médio e do superior, principalmente, nos cursos de engenharia, e isso é um grande desafio para os professores, docentes e sistemas educacionais do mundo, inclusive do Brasil. Os estudantes, geralmente, memorizam os conceitos sem compreensão dos mesmos. Os livros didáticos e metodologias utilizados têm como ênfase tentar ampliar apenas a capacidade dos estudantes na resolução dos problemas, memorizando os livros didáticos, em vez de ampliar a capacidade de compreender uma ideia clara dos conceitos fundamentais. As metodologias baseadas nas situações-problemas do cotidiano dos estudantes, além de despertar no estudante, sua criticidade e o modo a pensar matematicamente, possibilitam alcançar novos horizontes e obter excelentes resultados, podendo assim aplicar a linguagem matemática de forma real e contextualizada. Diante desta realidade, os problemas da Engenharia de Produção, principalmente, os de Otimização podem ocupar um lugar de destaque na busca de metodologias mais eficientes por meio das atividades interdisciplinares. Deste modo, este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo acerca desta temática, realizado em um grupo de estudantes do ensino médio a fim de avaliar o grau de aprendizagem. Os resultados foram positivos e satisfatórios, comprovando a eficácia do uso dos problemas de otimização e pesquisa operacional como uma abordagem interdisciplinar no ensino dos conceitos fundamentais de matemática.

Palavras-chave: Engenharia de Produção, Otimização, Situações-Problemas, Interdisciplinaridade, Ensino de Engenharia e Matemática.

The Importance of the Using of the Problem Situations Based in Optimization as an Interdisciplinary Approach in Engineering and Mathematics Teaching

Abstract: Most students have some difficulty in understanding the basic concepts of mathematics in high school and higher education, principally, in engineering courses, and this is a major challenge

for teachers, professors, and educational systems around the world, including Brazil. Students generally memorize the concepts without understanding them. The textbooks and methodologies used are focused on trying to expand only the students' ability to solve problems and memorize the textbooks rather than expanding the student's ability to understand a clear idea of the fundamental concepts. The methodologies based on the student's everyday problem situations, in addition to awakening the student, his criticality and the way to think mathematically, make it possible to reach new horizons and obtain excellent results, thus being able to apply the mathematical language in a real and contextualized way. Faced with this reality, the problems of Production Engineering, especially those of Optimization, can occupy a prominent place in the search for more efficient methodologies through interdisciplinary activities. Thus, this work aims to present a study on this theme, carried out in a group of high school students, in order to assess the degree of learning. The results were positive and satisfactory, proving the effectiveness of using optimization problems and operational research as an interdisciplinary approach to teaching fundamental mathematics concepts.

Keywords: Production Engineering, Optimization, Problem Situations, Interdisciplinarity, Engineering and Mathematics Teaching.

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, observa-se que os estudantes do ensino médio e superior apresentam um grande desinteresse pela matemática, pois dizem apresentar muitas dificuldades além de considerarem o assunto muito complexo. Talvez, essa complexidade está no fato da forma como a matemática e os seus conceitos são abordados pelos professores, docentes e os livros didáticos do ensino médio e superior, através de uma linguagem que os distancia dos estudantes, criando obstáculos para a efetiva aprendizagem. Um desses conceitos é o conceito de funções que nasceu como resultado de uma longa busca por um modelo matemático para os fenômenos físicos envolvendo quantidades variáveis (SFARD, 1991, p. 14).

Muitos fenômenos naturais, ou situações-problemas, podem ser modeladas de forma natural e bastante conveniente através de modelos matemáticos que são dados por meio de expressões matemáticas, conhecidas como funções, um dos conceitos chaves da matemática que pode modelar muitas relações quantitativas. O Euler (1707-1783) definiu a função como uma relação de dependência. Para ele, uma quantidade deve ser chamada de função apenas se depender de outra quantidade de tal forma que se esta for alterada, a primeira também sofrerá a mudança. O conceito, apesar da sua importância, abordado na forma tradicional, assim como toda matemática, não consegue despertar mais o interesse dos estudantes do ensino médio e superior.

A função tem um papel fundamental na descrição de inúmeras situações ao nosso redor, além de que cabe mencionar que permite interligar a matemática a toda ciência, como as engenharias, ocupando um lugar de destaque no ensino médio e superior. Por exemplo, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2016:

O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria Matemática (BRASIL, 2016, p.121).

A motivação pela realização deste trabalho está no fato de tantas dúvidas e situações do cotidiano do aluno, aparentar não ter saída ou relevância, como por exemplo, é comum os estudantes indagarem, nas aulas de matemática, frases do tipo “onde eu vou usar isso em minha vida”, “para que estudar tal conteúdo, não tem praticidade” e pensando nisso,

priorizando o conceito de funções, que é muito importante em nossa vida e as tendências atuais em se trabalhar com novas metodologias foi que surge a ideia de desenvolver um trabalho voltado a apresentar problemas práticos de modelagem e de engenharia, principalmente na área de Engenharia de Produção e Otimização, em que os estudantes têm a oportunidade de aprender e principalmente, visualizar o estudo de funções e outros tópicos relacionados, além da abordagem trazer novas ideias às aulas, que de nada prendem a atenção dos mesmos.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma abordagem que combina a interdisciplinaridade (com os recursos digitais) com o intuito de se obter melhores resultados no entendimento de um dos conceitos mais importantes da matemática. O trabalho foi realizado com um grupo de estudantes do ensino médio. Foram realizadas algumas avaliações diagnósticas e atividades práticas na construção de modelos matemáticos de problemas de otimização, para situações-problemas em que envolvem o cotidiano dos estudantes, para que os mesmos deem a devida importância do conceito, podendo assim, deixar as aulas de matemática mais motivadoras, além de trazer bons resultados como a melhora na compreensão dos tópicos estudados e provocar o interesse pela área estudada.

Dessa forma, este trabalho contribui para o desenvolvimento de metodologias que proporcione uma nova visão para o conceito de ensinar matemática e do estudante de observá-la, com um olhar interdisciplinar e ajuda dos recursos digitais. Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná de 2008:

A aprendizagem da matemática consiste em criar estratégias que possibilitam ao aluno atribuir sentido e construir significado às ideias matemáticas de modo a tornar-se capaz de estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar. Desse modo, supera o ensino baseado apenas em desenvolver habilidades, como calcular e resolver problemas ou fixar conceitos pela memorização ou listas de exercícios (PARANÁ, 2008, p.45).

Assim, pensando em toda essa problemática, ao observar o ensino médio e seus objetivos, deve trazer ao aluno uma visão de mundo contextualizada e a formação integral do mesmo, preparando o para a vida. A matemática do ensino médio deve atingir todos esses pontos e para tanto é necessário a utilização de novas metodologias de ensino aproximando o estudante do seu cotidiano. Então, encontramos nos problemas de Engenharia de Produção, principalmente, nos de Otimização um recurso interessante para o desenvolvimento de habilidades e competências relacionados ao estudo de funções, de forma dinâmica e associada ao uso de recursos digitais, para modelar problemas que tragam à luz a ideia inicial. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de 2002:

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática (BRASIL, 1999, p.44).

2. Otimização como uma Abordagem Interdisciplinar

Ao longo das últimas décadas, várias iniciativas foram implementadas em todo o mundo para despertar o interesse, dos estudantes do ensino médio e os discentes dos cursos de engenharia, pela matemática e matérias que envolve o uso dos conceitos matemáticos (SCHOENFELD, 2016; CHARLES, 2009). As iniciativas, geralmente, se baseiam na consciência de que a matemática é essencial para o avanço científico e tecnológico das demais áreas de conhecimento, como por exemplo, engenharia, economia, finanças, física, medicina, tecnologia, comunicação, entre outras. Grande parte dessas iniciativas estimula a capacidade lógica e melhora a atitude de investigação dos estudantes.

Nas metodologias baseadas nessas iniciativas, situações-problemas representam uma forma eficaz de apoiar os professores, docentes e estudantes nas atividades de ensino e aprendizagem, respectivamente. Uma dessas iniciativas é a abordagem em que a otimização é utilizada na resolução de situações-problemas do cotidiano dos estudantes, para o ensino de matemática, partindo de fenômenos ou problemas do dia a dia dos estudantes, abordando o conceito de funções de uma forma mais atraente, permitindo-se deste modo realizar um trabalho interdisciplinar com o propósito de motivar os estudantes na disciplina de matemática e no estudo de funções. O termo otimização, de modo geral, refere-se ao estudo de situações-problemas em que é necessário minimizar ou maximizar certa função, sujeito a um conjunto de restrições que limitam a escolha dos valores das variáveis de decisão.

O estudo de situações-problemas do cotidiano que envolvem a otimização, além de despertar o interesse dos estudantes pela matemática e outras ciências, faz com que eles aprendem como pensar o que pode ser aplicado futuramente para modelar e resolver problemas reais mais complexos nas áreas de atuação deles. É claro que adquirir tais conhecimentos (*hard skills*) requer vários anos de preparação aos quais são submetidos ao longo dos anos de ensino médio e de ensino superior. Porém, para um estudante tornar um profissional competente, é importante que os sistemas educacionais também investissem nas outras competências, como por exemplo, as de *soft skills*.

Em um estudo muito recente, Lavi *et al.*, (2021) investigam o desenvolvimento das habilidades em ciência, tecnologia, engenharia e matemática dos estudantes dos séculos 21 em uma universidade do Israel. Os entrevistados foram solicitados a avaliarem 14 habilidades com base no grau em que elas foram desenvolvidas durante seus estudos. De acordo com os autores, foram revelados nove métodos de ensino e aprendizagem nos quais quatro métodos ativos tiveram um efeito menor nas habilidades, enquanto outros cinco métodos passivos tiveram um efeito médio a grande nessas habilidades. Os métodos ativos tiveram um efeito médio nas habilidades sociais (*soft skills*), enquanto os passivos não tiveram efeitos nesse grupo de habilidades.

O objetivo deste trabalho foi apresentar aos estudantes do ensino médio alguns situações-problemas em que eles terão um papel central na modelagem e na resolução de tais situações dos seus cotidianos, de modo que tanto as habilidades de *had skills* (modelar e resolver os problemas reais por meio de métodos matemáticos) quanto as de *soft skills* (comunicação interpessoal, trabalho em equipe, liderança e etc.) sejam testadas e colocadas em prática. Ao longo desse processo de ensino e aprendizagem, inicialmente, os problemas são definidos e os objetivos são esclarecidos. Na sequência, por meio de atividades em equipe, os problemas são modelados e resolvidos através de técnicas de otimização. Logo, por meio da integração dos recursos digitais como recursos pedagógicos, os resultados são testados, avaliados e validados. Nesse processo de ensino de

aprendizagem, o estudante sempre tem um papel central, porém, em todo momento, ele tem o auxílio do professor sempre que necessário. Segundo Polya (1945):

O estudante deve adquirir tanta experiência pelo trabalho independentemente quanto lhe for possível. Mas se ele for deixado sozinho, sem ajuda ou com auxílio insuficiente, é possível que não experimente qualquer progresso. Se o professor ajudar demais, nada restará para o aluno fazer. O professor deve auxiliar, nem demais nem de menos, mas de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável do trabalho (POLYA, 1945, p. 1).

Observa-se que há uma grande diferença entre “ensino de matemática para resolver problemas” e “ensino de matemática por meio de resolução de (situações-) problemas”. O primeiro se refere à metodologia tradicional, enquanto o segundo à uma metodologia interdisciplinar. Para (SOUSA, 2010):

A interdisciplinaridade como abordagem para pesquisa e ensino busca a interação entre uma, duas ou mais disciplinas ou áreas do conhecimento humano, num processo que abrange desde uma simples comunicação de ideias até a integração de finalidades, objetivos, conceitos e conteúdo (SOUSA, 2010, p. 70).

Por exemplo, uma das grandes dificuldades que os professores de matemática enfrentam quando o assunto é o conceito de funções é que este conceito não se limita apenas às aplicações simples e triviais e muitas vezes o aluno precisa conhecer outros conceitos de matemática ou até de outras disciplinas como pré-requisitos, tratando assim, também, a interdisciplinaridade entre matemática e outras áreas, como por exemplo, física e química. De fato, sem esta interdisciplinaridade haverá fragmentação e deficiência do conhecimento de modo que o aluno não será capaz de construir um conhecimento compartimentado e esta interdisciplinaridade faz com que o aluno saiba que não existe ciência isolada.

O desenvolvimento deste trabalho e aprender de maneira diferente e dinâmica o conceito de função, pois se ouve muitos alunos a falar “quando que vou utilizar isso em minha vida” ou “para que estudar determinado conteúdo”, e através destes questionamentos, pretendo fazer uma abordagem de maneira sistemática de tais conteúdos com o auxílio de uma metodologia que combina a interdisciplinaridade com a metodologia ativa, o uso dos recursos digitais neste caso.

A interdisciplinaridade entrou no cenário educacional do Brasil a partir da Lei nº 5.692/71 e depois ganhou mais destaque com a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira nº 9.394/96 e com os Parâmetros Curriculares Nacionais – Os PCNs. A aplicação de matemática em outras áreas de conhecimento é geralmente feita através de modelagem matemática, que é nada mais que representar uma situação por tabelas, gráficos, funções, formulas, figuras e outros termos matemáticos.

Vale ressaltar que em uma metodologia interdisciplinar baseada na modelagem e resolução de situações-problemas que combina a otimização e os recursos digitais (metodologia ativa), o professor também tem um papel diferenciado pois ele necessita aprender a conhecer, a fazer, a conviver e a ser (DELORS, 2003). O professor deve-se levar em conta que trazer tais problemas, pode aprimorar seu processo de aprendizagem em matemática e confirmar a sua aplicabilidade, pois a interdisciplinaridade segundo os

Parâmetros Curriculares Nacionais, vem para somar e manter o diálogo entre os conhecimentos de forma a complementa-los, questiona-los ou até mesmo negá-los:

A partir do problema gerador do projeto, que pode ser um experimento, um plano de ação para intervir na realidade ou uma atividade, são identificados os conceitos de cada disciplina que podem contribuir para descreve-lo, explicá-lo e prever soluções. Dessa forma, o projeto é interdisciplinar na sua concepção, execução e avaliação, e os conceitos utilizados podem ser formalizados, sistematizados e registrados no âmbito das disciplinas que contribuem para o seu desenvolvimento (BRASIL, 2000).

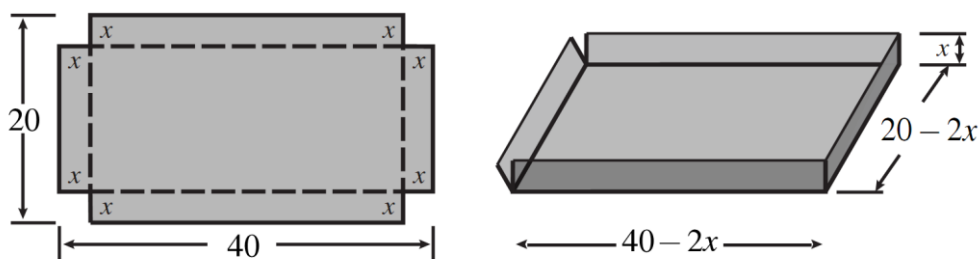
3. Metodologia

O trabalho contou com alguns encontros realizados em contraturno, com 27 alunos do 3º ano do curso de Formação de Docentes do Colégio Estadual Carolina Lupion EFMN no município de Carlópolis, Paraná. E estes encontros, foram divididos em alguns momentos específicos: no primeiro, foi realizada uma avaliação diagnóstica com o intuito de conhecer os estudantes e o pensamento que tinham sobre os assuntos que iríamos abordar em sala, de modo anônimo, para que pudessem ficar à vontade com as respostas e obtermos resultados mais precisos possíveis. Logo, em seguida, num segundo momento, foi realizada uma aula teórica para abordar alguns temas de matemática básica atrelados a ideia de funções. No encontro teórico, foram abordadas com os estudantes situações-problemas (que envolvem a engenharia de produção e a otimização) do nosso cotidiano em que as funções fazem parte.

E, nos próximos três encontros, foram realizados experimentos de otimização, trabalhando com modelos de situações da realidade e moldando-os através de funções e com o auxílio do *software GeoGebra*, uma ferramenta de livre acesso. A seguir, apresentamos algumas dessas situações-problemas:

Situação-problema 1: A partir de uma chapa de alumínio 40 cm por 20 cm, pretendemos construir uma caixa sem tampa com o maior volume, encontre as dimensões e o volume da caixa com o maior volume;

Figura 1 – Modelo da construção das caixas de maior volume.



Fonte: Os Autores.

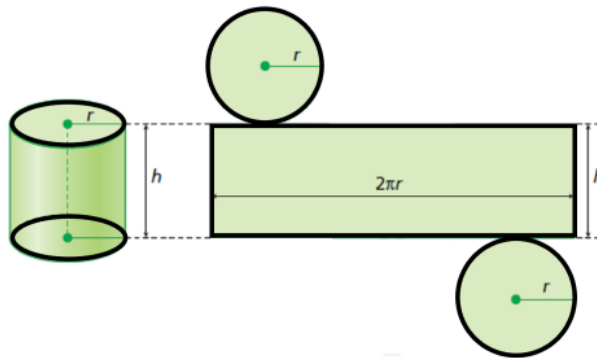
Situação-problema 2: Uma pastelaria que funciona bem na frente da escola tem um custo de 3,00 R\$ para cada pastel e atualmente vende cada um por um preço de 10,00 R\$. Nesta faixa de preço, a pastelaria vende mensalmente 3.000 pasteis. O dono, ultimamente, pensa em elevar o preço do pastel e fez uma pesquisa e chegou à conclusão de que para cada um real de aumento no preço do pastel ele deixará de vender 300 pasteis por mês. Escreva uma função que representa o lucro mensal da pastelaria em termo do preço da

venda do pastel. O dono quer saber até que valor pode elevar o preço para ter o maior lucro. Você pode sugerir um preço para o dono de tal forma que o seu lucro seja maximizado!

Situação-problema 3: Há uma escola chamada de “*los genios*” que tem um gasto mensal de 300,00 R\$ por aluno e que cobra uma mensalidade de 1.000,00 R\$ de cada um dos seus alunos. Com essa mensalidade, a escola tem anualmente 550 alunos. O diretor da escola, “Evangivaldo”, sabe que para cada 150,00 R\$ de reajuste no valor da mensalidade, a sua escola perde cerca de 50 alunos. Ajuda o Evangivaldo a descobrir até que valor pode elevar a mensalidade para ter o maior lucro anual.

Situação-problema 4: Uma empresa de montagem de estruturas de armazenagem de produtos agrícolas recebeu o pedido de montagem de um silo cilíndrico para um criador de gado de 8.000 m^3 (Figura 2). A empresa, para aumentar o seu lucro, precisa minimizar o custo do metal utilizado para produzir o silo. Quais dimensões do silo que tem o menor custo de produção.

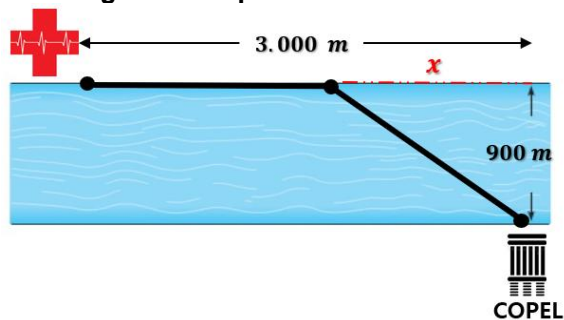
Figura 2 – Silo com o menor custo de produção.



Fonte: Os Autores.

Situação-problema 5: A COPEL (Companhia Paranaense de Energia) precisa estender um cabo de energia de uma transformadora de energia instalada à margem de um rio de 900 m de largura até um posto de saúde em uma aldeia situada no outro lado do rio, porém a 3.000 metros abaixo da altura do local fixo da transformadora. O custo de instalação de um metro de cabo (cabo e mão de obra) pelo rio é de 5,00 R\$ enquanto por terra é de 4,00 R\$. Qual o percurso mais econômico para a COPEL?

Figura 3 – O problema da COPEL.

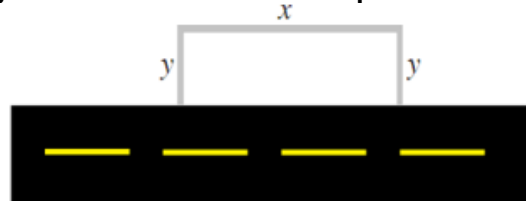


Fonte: Os Autores.

Situação-problema 6: A partir de uma chapa de alumínio queremos construir uma caixa, com base quadrada, de 1 m^3 com o menor custo possível. Encontre as dimensões da caixa.

Situação-problema 7: Uma concessionária que cuida de uma das rodovias brasileiras quer construir ao lado da rodovia uma área retangular de parada e descanso para os caminhoneiros. A área precisa ter 11.250 m^2 para poder atender o fluxo, e além disso, os três lados precisam ser cercados por tela alambrado. Quais dimensões da área para que o custo com tela seja o menor possível?

Figura 4 – A área de descanso para os caminhoneiros.



Fonte: Os Autores.

E, num desses experimentos, destacamos o problema de construção de uma caixa que apresenta o maior volume a partir de uma chapa (o problema será abordado com mais detalhes ao longo desta seção). Por fim, terminamos com o sexto encontro em que foi reaplicada a avaliação diagnóstica, para observar se obtemos mudanças no pensamento dos estudantes e se houve uma melhora com relação à resolução de certos problemas. Os alunos foram divididos em grupos, e, a partir de um contexto, que supomos trabalhar numa empresa de embalagens e que cada integrante do grupo fosse engenheiros de produção, assim deveriam criar embalagens (caixas), com maior volume, sabendo que teriam uma chapa molde para a construção do protótipo.

Cada grupo, recebeu duas chapas de papel cartão com as seguintes medidas: 40 cm por 20 cm e outra com as dimensões 25 cm por 25 cm. Além de que, para a realização da atividade foram disponibilizados, régua, lápis, tesoura e fita. Foi proposto, que cada grupo, discutisse, como realizar a construção da caixa que apresentasse maior volume, dado os materiais e informando-os que somente poderiam cortar os cantos da chapa para formar as caixas. Os estudantes discutiram então, qual seria o melhor corte nos cantos da chapa, para formar a caixa com a solução ótima, contendo o maior volume, contudo tinham que avaliar a altura da caixa que estava em construção. Vale ressaltar, que neste momento não tinham a ideia formalizada de funções e como encontrar a solução máxima, observando o gráfico da função.

Em seguida, os participantes responderam algumas informações do projeto executado por eles, tais como:

- Quais são as dimensões da chapa para a criação da caixa?
- Qual é a medida dos lados dos quadrados recortados dos cantos da chapa?
- Qual é a medida dos lados da caixa criada pelo grupo?
- Qual é o volume da caixa?
- A caixa criada pelo grupo apresenta maior volume?

É interessante observar que no decorrer da realização da atividade, enquanto respondiam o questionário acima, surgiam dúvidas elementares, e que são pertinentes

comentar tais como os estudantes, não lembravam o conceito de área e volume, e perguntaram a diferenciação; também, sobre a medição, detalhes sobre comprimento e largura e como calcular a área e o volume da caixa construída. Assim, de forma enriquecedora, pudemos abordar e trazer diversos conceitos da matemática atrelados a modelagem proposta. Após a construção de cada grupo, medimos e calculamos o volume de cada caixa.

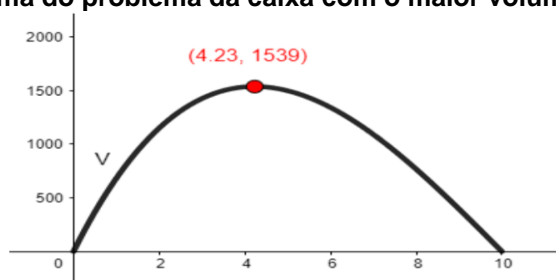
Figura 5 – Atividades realizadas por estudantes ao longo do situação-problema 1.



Fonte: Os Autores.

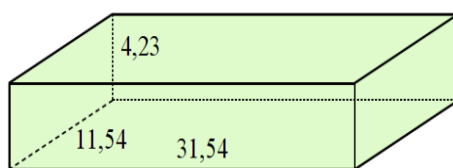
Vale dizer que, construímos juntos o pensamento que chegou à função que procurávamos, e com o auxílio do *software GeoGebra*, plotamos a função construída para observarmos seu ponto de máximo, assim, os estudantes puderam ter o contato com o software de maneira dinâmica e comprovar matematicamente, como usar a função para a resolução de problemas (Figura 6). Cabe destacar, que a experiência do primeiro contato com o *GeoGebra* e os seus recursos de animação causou grande interesse nos estudantes, e logo, já estavam familiarizados com o programa, atribuindo-lhe cores e formatando a função deixando-a a seu gosto, o que foi muito interessante.

Figura 6 – A solução ótima do problema da caixa com o maior volume (situação-problema 1).



Fonte: Os Autores.

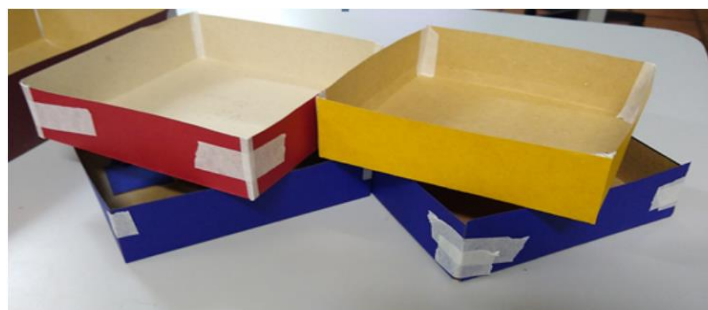
Figura 7 – A caixa com o maior volume (situação-problema 1).



Fonte: Os Autores.

Dado o segundo momento, construímos com a segunda chapa, caixas de forma a utilizar os conceitos de otimização, medindo as chapas e achando a função objetivo e colocando-a no *GeoGebra* para encontrar o ponto de máximo e assim, descobrir o valor a tirar dos cantos para formar a caixa com solução ótima (Figura 8).

Figura 8 – A caixa com o maior volume (situação-problema 1).

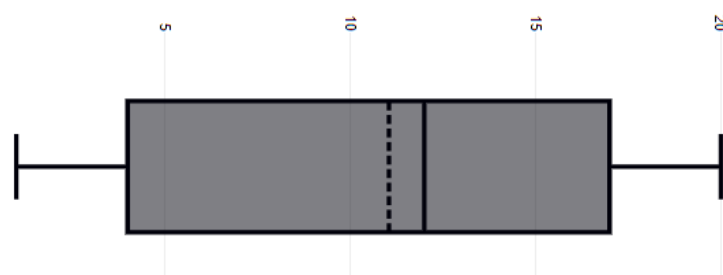


Fonte: Os Autores.

4. Resultados e Discussões

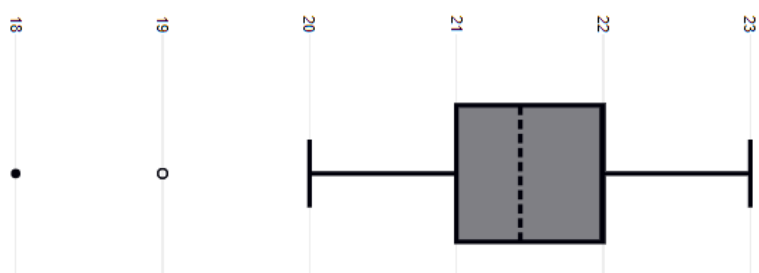
Os resultados foram muito animadores, pois na modelagem proposta, abordamos diversos conteúdos matemáticos e conceitos elementares que fomos associando a construção da caixa de maior volume, de forma, a contribuir com a aprendizagem dos estudantes e principalmente despertar o interesse dos mesmos em aprender matemática e passar a observá-la com novos olhares. Fizemos uma série de perguntas para os estudantes. Por exemplo, quase 82% dos estudantes acreditaram que se o professor mostrar as aplicações de matemática no seu dia a dia em sala de aula podem gostar mais de matemática e os deixar mais motivados em aprender os conteúdos de matemática. Aproximadamente 96% dos estudantes alegaram que poderiam aprender mais com a metodologia proposta e que foram convencidos que o conceito de função é importante.

Figura 9 – A percepção dos estudantes quanto à metodologia tradicional.



Fonte: Os Autores.

Figura 10 – A percepção dos estudantes quanto à metodologia interdisciplinar baseada em otimização.



Fonte: Os Autores.

As Figuras 9 e 10 representam a percepção dos estudantes quanto à metodologia tradicional e à metodologia interdisciplinar baseada em otimização. A Figura 10 mostra o alto nível da satisfação dos estudantes nas atividades realizadas durante a pesquisa por meio de situações-problemas. Uma simples análise dessas figuras mostra que aproximadamente 40% dos estudantes ainda acreditam na metodologia tradicional (Figura 9), porém, quando o grupo foi submetido a uma metodologia interdisciplinar diferenciada, quase 79% dos estudantes alegaram que gostaram da metodologia e que essa nova abordagem conseguiu despertar mais o interesse deles por matemática (Figura 10).

Além disso, a partir dos trabalhos em grupo (*soft skill*), observamos o desenvolvimento dos estudantes em cooperar e participar ativamente, criando a responsabilidade de fazer a sua parte, e tais características devem ser levadas em conta no decorrer de um trabalho realizado em conjunto, dentro de uma aula, seja de matemática ou outra disciplina. Segundo (PIAGET, 1956):

Cada relação entre indivíduos (mesmo entre dois) os modifica efetivamente e já constituem então uma totalidade, de tal sorte que a totalidade formada pelo conjunto de sociedade é menos uma coisa, um ser ou uma causa, que um sistema de relações. (PIAGET, 1956, p. 201).

4. Conclusões

Um dos grandes desafios para os professores de matemática do ensino médio (até do ensino superior), é transformar no estudante a visão que a matemática é uma disciplina difícil e sem aplicabilidade, além das aulas tradicionais que não lhes causam nenhum interesse e desconexas da realidade do aluno. Uma alternativa interessante é a busca de metodologias ativas e do uso das tecnologias para o auxílio de uma nova abordagem e que traga sentido ao estudante o que está aprendendo, dando-lhe sentido e contribuindo para a sua formação como cidadão. Com a realização desse trabalho, foi possível verificar maior interesse em aprender matemática e ainda, concluir que as formas tradicionais do ensino de matemática, em particular a forma como o conceito de funções é abordado no ensino médio, não estimulam mais o estudante a querer entender e aprender sobre o assunto. Através da modelagem, realizada com os recursos digitais e as metodologias ativas propostas, observamos significativa melhora do primeiro questionário aplicado com relação ao segundo.

Os estudantes relataram também não imaginar a importância do conceito de funções, trabalhado nos encontros que tivemos, no consumo e produção de algum produto, na construção de uma embalagem, tudo passaram a enxergar e compreender o valor de se estudar as funções e por intermédios dos recursos gráficos a chegar em resultados ótimos.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília. 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: outubro de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+)**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: outubro de 2022.

CHARLES, R. I. (2009). **The Role of Problem Solving in High School Mathematics**. Research into Practice Mathematics.

DELORS, J. Educação: **Um Tesouro a Descobrir**. 2ed. São Paulo: Cortez Brasília, DF: MEC/UNESCO, 2003.

LAVI, R., Tal, M., & Dori, Y. J. (2021). Perceptions of STEM Alumni and Students on Developing 21st Century Skills Through Methods of Teaching and Learning. **Studies in Educational Evaluation**, 70, 101002.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: SEED/PR, 2008

PIAGET. Jean, **Psicologia da Inteligência**. 1ª edição brasileira, 1958, Traduzido de: La Psychologie de l'intelligence, publicada na "Collection armand Collin", Librairie Colin, 4ª edição, 1956, Paris (Nilton Campos), 1958, Rio de Janeiro, Editora Fundo De Cultura, SA.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas** (um novo aspecto do método matemático). Universidade Standford, 1945.

SCHOENFELD, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem Solving Metacognition, and Sense Making in Mathematics. **Journal of education**, 196(2), 1-38.

SFARD, A. (1992). **Operational Origins of Mathematical Objects and the Quandary of Reification: The Case of Function**. In G. Harel & E. Dubinsky (Eds.), The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy.

SOUSA, E. V. D. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática e Física: uma Proposta Interdisciplinar**. São Paulo, 2010, Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.