



MODELAGEM MATEMÁTICA COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO EM ADMINISTRAÇÃO

MODELAJE MATEMÁTICO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO EN LA ESCUELA INTEGRADA DE ADMINISTRACIÓN

MATHEMATICAL MODELING AS A PEDAGOGICAL TOOL IN ADMINISTRATION INTEGRATED HIGH SCHOOL

Flavio Fernandes* , Vitor José Petry** 

Cómo citar este artículo: Fernandes, F.; Petry, V. J. (2022). Modelagem Matemática como instrumento pedagógico no Ensino Médio Integrado em Administração. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 184-200. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16559>

Resumo

Resumo

Este trabalho é resultado da aplicação de um projeto de Modelagem Matemática com uma turma de Ensino Técnico em Administração Integrada ao Ensino Médio. São abordados diversos aspectos quanto a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, através da exploração de situações reais associadas às rotinas administrativas. A partir da criação de “empresas” para produzir lanches, os alunos tiveram a oportunidade de explorar conteúdos da Matemática associados à formação técnica, mostrando desta forma, a potencialidade interdisciplinar do trabalho com a modelagem. São apresentadas algumas das atividades desenvolvidas durante a aplicação do projeto, seguidas da interpretação e análise textual discursiva dos resultados obtidos durante o seu desenvolvimento. Dentre as abordagens observadas, destacam-se a exploração e modelação de funções (afins, exponenciais e definidas por mais de uma sentença), inequações e os aspectos motivacionais que a modelagem proporcionou para a aprendizagem de conteúdos da Matemática. O uso de recursos tecnológicos como ferramentas de apoio também se mostrou oportuno durante a aplicação do projeto.

Palavras chave: Modelo matemático. Ensino profissional. Aprendizagem pela experiencia

Abstract

Results of the application of a Mathematical Modeling project in a Technical Teaching Class in Integrated Administration in High School are presented. Several aspects arise regarding the use of Mathematical Modeling in the classroom, throughout the exploration of real situations associated with

Recibido: junio de 2020; aprobado: enero de 2022

* Mestre em Matemática. Professor no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Chapecó, Brasil. E-mail: flavio.fernandes@ifsc.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7983-8217>

** Doutor em Matemática Aplicada. Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Chapecó, Brasil. E-mail: vitor.petry@uffs.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-8838-8753>.

administrative routines. By creating "companies" that produce snacks, students can explore Mathematics content associated with technical training, thus showing the interdisciplinary potential of work with modeling. Some of the activities developed during the project application are presented, followed by the interpretation and discursive textual analysis of the results obtained during its development. Among different approaches appear the exploration and, modeling of functions (affine, exponential, and defined by more than one sentence), inequalities, and the motivational aspects that modeling provided for the learning of Mathematics contents. The use of technological resources such as support tools was also appropriate during the project's implementation.

Keywords: Mathematical model. vocational education. Learning through experience

Resumen

Este trabajo es el resultado de la aplicación de un proyecto de Modelaje Matemático con un grupo de Educación Técnica en Gestión Integrada a la Secundaria. Se abordan varios aspectos relacionados con el uso de la Modelación Matemática en el aula, a través de la exploración de situaciones reales asociadas a las rutinas administrativas. A partir de la creación de "empresas" para la producción de refrigerios, los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar contenidos de Matemática asociados a la formación técnica, mostrando así el potencial interdisciplinario del trabajo con la modelación. Se presentan algunas de las actividades desarrolladas durante la aplicación del proyecto, seguidas de la interpretación y análisis textual discursivo de los resultados obtenidos durante su desarrollo. Entre los enfoques observados, se destacan la exploración y modelación de funciones (afín, exponencial y definidas por más de una oración), desigualdades y los aspectos motivacionales que la modelación aportó para el aprendizaje de contenidos de Matemáticas. El uso de recursos tecnológicos como herramientas de apoyo también fue oportuno durante la implementación del proyecto.

Palabras clave: Modelo matemático. Educación vocacional. Aprendiendo através de la experiencia

1. Introdução

A Modelagem Matemática, embora tenha sua origem não diretamente associada ao ensino, vem ganhando espaço na área de Educação Matemática em diferentes níveis de ensino. Tratando-se de uma ferramenta pedagógica alternativa ao ensino tradicional, possui diversas características atraentes tanto para os alunos, que vivenciam na prática as situações que utilizam a Matemática, quanto para os professores que podem utilizá-la como complemento na sua prática pedagógica. A grande quantidade de aplicações dos conceitos de Matemática no dia-a-dia oportuniza aos alunos a

escolha de temas de seus interesses na tentativa de aproximar a matemática ensinada na sala de aula à realidade vivenciada em seu cotidiano. Trabalhando nesta perspectiva, espera-se que o professor consiga maior atenção e participação dos alunos no desenvolvimento prático e teórico das aulas.

Tendo em vista o aspecto motivacional para a aprendizagem trazido por esta prática pedagógica, neste trabalho apresenta-se o resultado de um projeto de Modelagem Matemática desenvolvido em uma turma de 35 alunos do primeiro ano do Ensino Médio em um Instituto Federal no Brasil. O objetivo geral é investigar possíveis benefícios e

desafios da aplicação de um projeto de Modelagem Matemática no Ensino Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio no que tange à formação geral dos alunos. Assim, nesta pesquisa, busca-se responder ao seguinte problema: Como a abordagem de problemas interdisciplinares por meio da Modelagem Matemática pode contribuir na motivação e na aprendizagem de conteúdos da matemática em um curso de Ensino Técnico em Administração? Destaca-se que o curso em que foi aplicado o projeto, visa não só a formação geral do aluno, mas também a formação profissional como Técnico em Administração.

Neste trabalho discute-se aspectos relacionados aos principais conteúdos da Matemática abordados. Como exemplo, destacam-se o estudo de funções afins, exponenciais, funções definidas por várias sentenças e inequações correspondentes. O uso de recursos tecnológicos, como o software GeoGebra e as planilhas eletrônicas, favoreceram a construção de tabelas e a análise de diferentes cenários surgidos ao longo do processo de modelagem. Os problemas de Matemática foram gerados a partir de empresas fictícias criadas pelos grupos de alunos com o objetivo de produzir alimentos a serem vendidos em um evento. As questões da área técnica em Administração estavam associadas, principalmente à otimização dos custos de produção, qualidade dos alimentos e obtenção de lucro.

2. A Modelagem e o Ensino da Matemática

A capacidade humana de raciocinar e questionar os fenômenos do mundo e de buscar soluções para os problemas a partir da compreensão destes, levou as pessoas a buscarem respostas e a formularem métodos de registro, de controle e de previsões. Com o avanço das Ciências, até o século XIX, as primeiras manifestações da Modelagem Matemática estão associadas à Matemática Aplicada, conforme relatos de Burak (1992), e de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Dentre os diversos autores que propõe uma definição para Modelagem Matemática, Bassanezi

(2009, p. 16) afirma que “A Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Esta definição evidencia a relação importante estabelecida entre realidade e sala de aula, uma vez que é a partir de situações reais que os alunos e o professor exploram os conceitos da Matemática, buscando a ligação entre a linguagem matemática e a linguagem do mundo. “A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62). Assim, a Modelagem Matemática tem como características prever, interpolar e extrapolar situações ou fenômenos de modo a auxiliar ou orientar na tomada de decisões. Esta concepção de Modelagem é adotada neste trabalho, ao montar empresas fictícias para explorar conceitos e conteúdos da Matemática que estão presentes também em situações de empresas reais.

A utilização da modelagem no ensino de Matemática no Brasil é percebida em apontamentos e produções intelectuais principalmente a partir da década de 1970. O surgimento e valorização desta corrente da Modelagem Matemática está associada à busca da descentralização do ensino na figura do professor, que deixa de ter o papel de “detentor do saber” e passa a focar o ensino na figura do aluno e seu contexto sócio-cultural. Assim, o professor com o seu saber, torna-se partícipe no processo de ensino-aprendizagem valorizando o contexto e a realidade onde o aluno está inserido.

O trabalho com a Modelagem Matemática requer uma sequência de atividades ou fases, defendidas por alguns autores. De acordo com Burak, a modelagem aplicada no ensino de Matemática utiliza basicamente os cinco passos descritos a seguir: “1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e o desenvolvimento

do conteúdo matemático no contexto do tema; e 5) análise crítica das soluções” (BURAK, 2004, p. 3). Biembengut e Hein (2016) caracterizam as fases da Modelagem Matemática como sendo: a) Interação; b) Matematização; c) Modelo. Estas fases visam estruturar um sistema de organização geral de procedimentos metodológicos para a implementação da proposta em sala de aula, uma vez que a Modelagem Matemática apresenta uma característica de imprevisibilidade de conceitos a serem abordados. Desta forma, o conhecimento e cuidado a respeito destas fases auxiliam o professor a organizar uma sequência didática de suas atividades a partir da proposta trazida pelos alunos. Burak (1992) destaca que os princípios básicos desta abordagem estão pautados na formulação do tema de acordo com o interesse dos alunos e na obtenção e utilização dos dados trazidos do ambiente a ser pesquisado.

Biembengut e Hein (2016), sugerem que o tema não está inserido nas fases da Modelagem Matemática, ficando este como parte anterior ao processo de modelagem, juntamente com o diagnóstico. Para estes autores, o tema pode ser escolhido tanto pelos alunos quanto pelo professor, destacando que a escolha do tema por parte dos alunos pode trazer algumas dificuldades associadas à adequação ao conteúdo programático, complexidade para os alunos e/ou para o professor que pode não ter tempo suficiente para prepará-lo e aplicá-lo adequadamente nas aulas. Independente da escolha, o que se prioriza sempre é a percepção do professor quanto às expectativas e a motivações dos alunos para uma boa produção. Neste trabalho, o tema foi discutido e adaptado pelos alunos a partir da sugestão do professor.

Ao abordar esta prática pedagógica no ensino de Matemática, Klüber e Burak (2008) destacam a importância de evitar os “excessos” de rigor presentes na Modelagem Matemática praticada no âmbito da Matemática Aplicada. A justificativa de tal cautela está no fato dos alunos de Ensino Básico não terem grande aparato de instrumental matemático como os cientistas pesquisadores da Matemática

Aplicada, o que pressupõe que é necessário, em muitos modelos, fazer simplificações das variáveis e adaptações que venham ao encontro da ampliação do conhecimento do aluno a partir de onde ele se encontra, sem porém, tornar menos significativos os resultados a serem obtidos.

A respeito dos resultados e modelos matemáticos obtidos a partir da Modelagem Matemática, é imprescindível sempre manter uma postura crítica sobre as condições de sua validação. Neste sentido, Borba e Skovsmose (2008) alertam quanto aos cuidados com a “ideologia da certeza” na Matemática. Os resultados em Matemática não podem ser apresentados sempre como uma verdade absoluta que generaliza todos os problemas similares ou que valida incontestavelmente uma solução. Devem ser refletidos e questionados, pois, por exemplo, a forma da obtenção dos dados pode influenciar nos resultados e a Matemática pode ser manipulada para se alcançar algum resultado com objetivo de influenciar tomadas de decisões. Assim, “a Matemática pode ser aplicada a problemas apenas se estes são ‘cortados’ de uma forma apropriada, para se adequar à Matemática, e a Matemática é ‘perfeita’ apenas quando construímos um contexto suficientemente adequado para essa proposta.” (BORBA e SKOVSMOSE, 2008, p. 131) É notável que nos teoremas tais verdades incontestáveis podem ser apresentadas, porém vale lembrar que estes geralmente são pautados em axiomas tidos como verdadeiros e que fundamentam as demonstrações, ou seja, uma simples contestação axiomática pode pôr em risco todo o rigor de um teorema.

Barbosa (2001) evidencia três perspectivas atuais da Modelagem na Educação Matemática, sendo duas provenientes das correntes internacionais apontadas por Kaiser-Messmer e a terceira sugerida pela própria autora. São elas: pragmática, científica-humanista e sócio-crítica. Na perspectiva pragmática o enfoque está na resolução de problemas reais do dia-a-dia preocupando-se com a futura profissão do aluno (conhecimento

técnico). Na perspectiva científico-humanista o objetivo é usar a Modelagem Matemática como uma motivação conceitual para aprofundamento teórico da Matemática, ou seja, o enfoque está na própria Matemática que aborda o problema, porém, sem ênfase ao problema em si, ou seja, a preocupação está no programa já pré-estabelecido (conhecimento matemático). A perspectiva sócio-crítica, visa valorizar o conhecimento reflexivo, ou seja, fazer indagações e reflexões acerca das implicações dos resultados evidenciados (conhecimento reflexivo). Dentro das suas peculiaridades, cada perspectiva tem o seu valor, e esta proposta não tem como finalidade defender alguma delas, embora apresente características pragmáticas.

Diante do exposto a Modelagem Matemática busca ser um elo entre a realidade dos alunos com a Matemática. Sua aplicação no Ensino Básico vem ganhando adeptos e é apresentada aqui como uma ferramenta de ensino, sobretudo para Ensino Médio Técnico Profissionalizante, principalmente pelo fato de dar a liberdade de oportunizar situações administrativas aos alunos dentro de temas associados a sua formação profissional.

3. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa foi desenvolvida com alunos de 14 a 17 anos de idade no primeiro ano do Curso Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio de um Instituto Federal. O trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Teixeira (2003) é aquela que tem o ambiente como fonte dos dados e que se preocupa com o significado das situações para a vida dos alunos, embasando o processo de avaliação não exclusivamente nos resultados, mas com enfoque indutivo na análise dos dados. As empresas fictícias criadas pelos grupos de alunos tornaram-se ambientes onde eles decidiram quais lanches seriam produzidos. Desta forma, pesquisaram os melhores ingredientes e condimentos a serem usados de modo a manter a qualidade associada ao menor custo possível. Com o intuito de solucionar estas questões os alunos

utilizaram a Matemática para resolver problemas relacionados a Administração.

A aplicação do projeto de modelagem ocorreu em uma turma onde um dos pesquisadores foi o professor responsável pelo Componente Curricular de Matemática, o que caracteriza o trabalho como uma pesquisa-ação. Segundo Tripp (2005, p. 445), “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos[...]”. Evidencia-se a característica de, neste caso, o professor ser o próprio pesquisador de sua prática.

A percepção crítica dos dados é o fator imprescindível dentro da análise, desde a forma de sua coleta até a interpretação dos resultados. Neste sentido, ressalta-se que parte dos dados da pesquisa foram obtidos através de aplicação de 2 questionários com perguntas abertas e fechadas. O primeiro questionário teve como finalidade fazer um diagnóstico da turma e o segundo, aplicado ao final do trabalho, visou investigar as percepções dos alunos quanto ao uso desta prática pedagógica. Durante o processo de execução do projeto de Modelagem Matemática, dados também foram obtidos através de produções dos alunos e diário de campo, conforme sugerido por Creswell (2007) e Petry (2010). No diário buscou-se realizar os registros das situações ocorridas durante a aplicação do projeto, como as manifestações e indagações dos alunos e professores envolvidos no trabalho.

A análise dos dados foi feita na forma narrativa conforme sugerido por Teixeira (2003), que visa o diálogo frequente com o raciocínio indutivo e dedutivo e entre descrição e interpretação visando a constatação crítica e dialógica com os referenciais pesquisados. Tais aspectos serão evidenciados na próxima seção deste artigo. A avaliação ocorreu em conformidade com Biembengut e Hein (2016, p. 27-28), que enfatizam que esta deve pautar-se em dois aspectos principais: “avaliação como fator

de redirecionamento do trabalho do professor e avaliação para verificar o grau de aprendizado do aluno”.

O desenvolvimento da pesquisa deu-se pela divisão da turma em sete grupos. Foi apresentada aos grupos a definição de Modelagem Matemática e os objetivos da proposta através de slides explicativos em aula e que foram disponibilizados através da plataforma virtual utilizada por professores e alunos para comunicação e disponibilização de materiais, frequência e notas. Cada grupo escolheu, a seu critério, um ramo de produção de alimento (lanches) que posteriormente foram produzidos por eles e vendidos na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e Semana do Empreendedorismo, evento anualmente promovido pelo Instituto no mês de outubro. Os primeiros encontros foram destinados a determinação do nome, lema, missão, visão e logo da empresa, e para o desenvolvimento de uma pesquisa de mercado acerca do produto a ser produzido pelo grupo. Os alunos fizeram também uma pesquisa de preços da matéria prima, visando a otimização dos custos e estratégias de produção. Algumas etapas deste trabalho contaram com a participação dos professores das áreas de Introdução à Administração, Organização, Sistemas e Métodos, Artes e Química. Os professores desses componentes curriculares contribuíram com o desenvolvimento das atividades relativas ao projeto nas situações pertinentes à suas áreas. Para exemplificar, a Professora da disciplina de artes contribuiu em suas aulas na orientação dos alunos quanto a elaboração das logomarcas de cada empresa.

As atividades de Modelagem Matemática foram desenvolvidas em várias etapas, denominadas neste trabalho de encontros. Para cada encontro foi produzido material específico para orientação geral das atividades previstas. A partir dos dados e dúvidas trazidos pelos alunos, os materiais foram sendo produzidos e direcionados à solução destes para uma melhor organização didática. Inicialmente foi determinada uma hora aula semanal para o projeto de Modelagem Matemática,

porém posteriormente ao se aproximar a data do evento, houve a necessidade de ampliar para três encontros semanais totalizando 15 aulas de 55 minutos cada.

4. Aplicação do projeto, resultados e discussões

Com a finalidade de conhecer melhor os sujeitos da pesquisa, algumas informações obtidas no primeiro questionário são apresentadas na sequência. Dentre os alunos envolvidos no projeto, 13,89% cursaram o Ensino Fundamental em escola pública municipal, 19,44% são provenientes de escola pública estadual, 55,56% são provenientes de escola privada e 11,11% desenvolveram parte de seus estudos em escolas públicas e parte em escolas privadas. Quando questionados quanto ao gosto pela Matemática, 8% dos sujeitos responderam que gostam muito, 53% que gostam pouco e 39% responderam que não gostam de Matemática. Possivelmente estes índices refletem suas “crenças de autoeficácia”, que de acordo com González, Ortega e Vásquez (2020) são as crenças que os alunos têm de si mesmos em relação às suas habilidades como aprendizes de matemática. Ainda segundo os autores, essa crença é consequência do que o aluno considera ser “capaz de fazer, como se sente emocionalmente ao fazê-lo, como se percebe em relação aos outros e o que os outros dizem sobre ela.” (GONZÁLEZ, ORTEGA e VÁSQUEZ, 2020, p. 6, tradução nossa). Em relação aos motivos que levaram os sujeitos a escolher o Curso Técnico em Administração, 49% escolheram como fator determinante o fato de ser um curso profissionalizante, 35% pela qualidade de ensino oferecida pela Instituição, 8% pela vontade dos pais, 6% por motivos diversos e apenas 2% por querer de fato seguir seus estudos na área de interesse do curso. Observou-se que a qualificação técnica escolhida foi por conveniência entre os cursos ofertados no Instituto e na região, uma vez que a maioria não demonstrava interesse em seguir estudos na área de Administração. Embora a projeção profissional para a maioria não era na área de profissionalização do curso, o tema

escolhido despertou o interesse dos estudantes.

4.1. Descrição das principais atividades desenvolvidas na aplicação do projeto

No primeiro encontro foi apresentado o projeto aos alunos, momento em que falou-se sobre a Modelagem Matemática, sobre os objetivos e a finalidade do projeto. Na sequência, passou-se para a escolha do tema e a formação dos grupos de trabalho. Para o desenvolvimento do projeto, cada grupo constituiu uma “empresa” com a finalidade de produzir e vender lanches em um evento que ocorreria na Instituição de Ensino. Inicialmente foram convidados a nomear e caracterizar a sua empresa por meio da definição de um nome, missão, visão e logo, caracterizando, desta forma uma identidade empresarial. Com a caracterização das empresas, e a definição do produto a ser elaborado e vendido por cada grupo, no encontro seguinte foi solicitado aos alunos que pesquisassem na internet informações sobre o produto, tais como: preço de mercado, diferentes variações de sabores, matérias-primas necessárias para sua produção e demais informações que julgassem pertinentes a sua produção. Com esta pesquisa, os grupos definiram uma receita a ser utilizada e fizeram o levantamento das matérias-primas necessárias. Como atividade extraclasse deste encontro, os alunos foram instigados a pesquisarem preços de diferentes marcas de matéria-prima em diferentes mercados e fornecedores da cidade. Para facilitar na padronização dos dados, foi apresentada uma tabela com as principais informações que eles precisavam obter.

No encontro seguinte, os alunos escolheram dentre os fornecedores e marcas de matérias-primas, aquelas que eles utilizariam para sua produção. Estes dados foram organizados em tabelas e foi efetuado o cálculo do custo de matéria-prima necessária para a produção por porção do produto. Foram orientados a estabelecer estratégias visando evitar desperdícios de matéria prima, o tamanho das unidades a serem produzidas, custo por unidade, dentre outros aspectos relativos à otimização de custos e à própria organização da

atividade. No cálculo dos itens a serem utilizados nas receitas apareceram dúvidas a respeito da proporcionalidade e conversão de unidades de medidas. Aproveitou-se o momento para a formalização de tais conceitos de forma construtiva com toda a turma, aproveitando dados trazidos por um dos grupos. A partir da formalização desses conceitos, os grupos passaram a concluir os cálculos solicitados como atividade extraclasse. Para a construção de um modelo do custo de produção, foi solicitado aos alunos que procurassem pesquisar e determinar os custos pertinentes aos demais insumos necessários à produção, como embalagens, utensílios, palitos, adesivos, fitas, potes, dentre outros. Tais custos, juntamente com os custos dos ingredientes foram classificados como custos variáveis por dependerem da quantidade produzida. Além destes, também foram apresentados, através de material explicativo, alguns exemplos de custos considerados fixos (que não dependem da quantidade a ser produzida), como por exemplo: aluguel do espaço, água, luz, telefone, salários dos funcionários, aluguel de utensílios, dentre outros. Embora os alunos não tivessem todos os custos listados no material impresso, optou-se em apresentar a existência destas possibilidades nas empresas, para que eles compreendessem que o modelo que estava sendo utilizado para os custos de suas empresas era um modelo simplificado. A simplificação dos modelos apresentados não desqualifica a utilização da Modelagem Matemática no ensino, uma vez que tal prática é prevista como possibilidade por diferentes autores, como por exemplo, Klüber e Burak (2008). Como atividade extraclasse, foi proposto aos alunos o desenvolvimento do cálculo aproximado do custo que eles teriam com água e energia elétrica, deixando sob responsabilidade de cada grupo a construção do modelo necessário com socialização e discussão dos resultados no encontro seguinte. Foram observadas diversas dificuldades dos alunos para a composição desse modelo, principalmente nos cálculos envolvendo aproximação dos custos de energia elétrica e de

água, onde apresentaram vários erros de cálculo e de comparações com unidades de medidas. Percebeu-se que os alunos utilizaram conceitos de proporcionalidade para obtenção dos valores aproximados, porém os valores de consumo não eram representativos da realidade. Dessa forma, novamente fez-se necessário a intervenção do professor pesquisador para conduzir as discussões visando a obtenção de dados condizentes com a realidade das situações envolvidas, considerando-se por exemplo, a potência dos equipamentos utilizados, o tempo de uso e o preço por unidade de energia consumida. Além do aspecto interdisciplinar dessa atividade ao abordar questões de Física, aproveitou-se o momento para discutir aspectos relacionados a funções definidas por mais de uma sentença, visto que as cobranças do consumo de energia elétrica e de água costumam ocorrer com preços diferenciados de acordo com faixas de consumo. Foram abordados também aspectos relacionados com o domínio e a imagem das funções.

No encontro seguinte os alunos foram orientados para a proposição de um modelo de custo variável a partir dos dados apurados anteriormente. Foi construída uma tabela com os alunos, onde constavam valores de custo variável para certas quantidades de espetos de morangos de chocolate conforme dados trazidos por um dos grupos (Tabela 1).

A partir desta tabela os alunos construíram no plano cartesiano um gráfico de dispersão.

Tabela 1 – Custo variável dos espetos de morangos de chocolate.

Quantidade	Custo por unidade
10	R\$ 8,75
20	R\$ 4,37
30	R\$ 3,25
40	R\$ 2,44
50	R\$ 2,15
60	R\$ 1,79

Fonte: os autores.

Foram instigados a obter a função afim que em sua concepção, “melhor” caracterizava os dados do gráfico. Surgiu então a ideia de escolher dois pontos e determinar a função afim que passasse por estes pontos através da resolução de um sistema de equações de duas incógnitas. Após a realização coletiva dessa atividade, foi solicitado aos alunos que cada um escolhesse um outro par de pontos para determinar a função afim passando por estes. As retas foram traçadas no mesmo sistema cartesiano a fim de discutir questões relativas às diferentes aproximações de modelos matemáticos na tentativa de representar uma mesma situação real. Inicialmente os alunos construíram os gráficos no caderno e posteriormente foram levados ao laboratório de Informática para utilizar o software Geogebra para construir o mesmo gráfico produzido na sala de aula. Aproveitou-se a utilização do software para explorar a ferramenta de regressão polinomial que visa minimizar as diferenças entre os pontos e a função calculada. O resultado dessa atividade é mostrado na figura 1. Ao analisar a característica de distribuição dos pontos no gráfico, surgiu a ideia da construção de um modelo de função do tipo exponencial: $f(x) = c \cdot a^x$. Novamente iniciou-se a atividade, buscando curvas de aproximação a partir da escolha de pares de pontos para posteriormente utilizar a ferramenta disponível no software, conforme mostrado na figura 2.

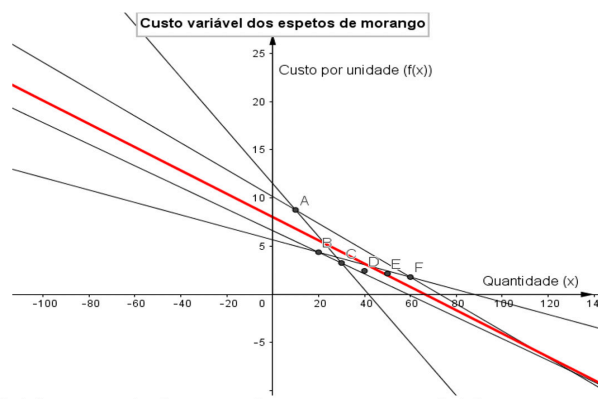
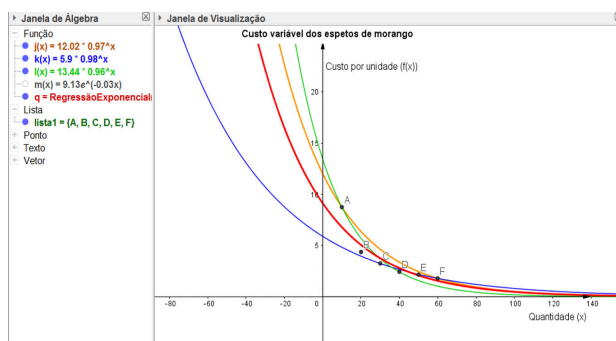


Figura 1. Retas obtidas a partir de pares de pontos e reta obtida por regressão polinomial (linha mais espessa).



modelos matemáticos visam obter aproximações das situações reais e que o modelo final depende das escolhas dos métodos matemáticos presentes em cada problema. Os gráficos mostrados nas figuras (Figura 1 e Figura 2) ilustram as variações do modelo de acordo com o conjunto de pontos escolhido.

As atividades descritas foram desenvolvidas a partir da tabela de custos variáveis de um dos grupos. Como atividade extraclasse, foi solicitado aos alunos o desenvolvimento de modelos semelhantes com as tabelas apresentadas pelos demais grupos.

Dando sequência ao trabalho, no encontro seguinte passou-se a discutir a função relativa ao lucro projetado por cada empresa. Estabeleceu-se um modelo padrão para todos os grupos de forma a considerar a função lucro como: $L(x) = R(x) - C(x)$, onde x representa a

quantidade de produtos a serem vendidos, $R(x)$ a receita obtida pela venda de x unidades e $C(x)$ o custo de produção de x unidades do produto. Cada grupo ficou responsável pela definição do valor de venda e da estimativa do custo, de acordo com o abordado anteriormente. O objetivo dessa atividade era fazer com que os alunos percebessem que se eles gastaram um determinado valor para a produção, estes custos necessitam ser superados pelas receitas na venda dos produtos para se obter lucro.

Considerando que a atividade visava proporcionar a compreensão da dinâmica da modelagem, optou-se em inicialmente considerar uma produção fixa de cada produto, o que leva à $C(x)$ ser uma função constante que foi obtida a partir da aplicação do modelo desenvolvido anteriormente para a quantidade definida pelo grupo. Observou-se que isso caracteriza uma simplificação do modelo visto que em muitas situações reais, principalmente a longo prazo, a produção depende da demanda de vendas. Situações com custos variáveis são consideradas em atividades posteriores. As funções obtidas por cada grupo são apresentadas na tabela 2 onde x e y representam as quantidades vendidas de cada produto.

Como cada grupo estabeleceu uma quantidade máxima de unidades a serem produzidas,

Tabela 2. Tabela das funções lucro das empresas.

Grupo/Empresa	Função Lucro obtida por cada grupo	
	$L(x) = R(x) - C(x)$ ou $L(x, y) = R(x) + R(y) - C(x) - C(y)$	Domínio
Doce Sensação	$L(x) = 3x - 143$	$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 60\}$
Pâtisserie		$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 120\}$
Brown Cookie	$L(x) = 2x - 118,68$	$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 100\}$
Pizza Point	$L(x) = 3x - 230,50$	$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 120\}$
Delícia gelada	$L(x) = 3,5x - 164,60$	$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 90\}$
Cute Candy	$L(x, y) = x + 2y - 148,10$	$\{x, y \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 150 \text{ e } 0 < y \leq 100\}$
Snack do Gringo		$\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq \dots\}$

Fonte: os autores.

delimitou-se o domínio da função. Aproveitou-se a atividade para introduzir a ideia de inequações para posterior trabalho com estudo dos sinais, sistemas de inequações e domínio de algumas funções.

As funções desenvolvidas pelos grupos são resultado de todo o processo de pesquisa de preço e operações realizadas nas aulas anteriores. Mais uma vez, o modelo apresentado por eles tem como objetivo prever as possibilidades e riscos futuros, auxiliando-os na tomada de decisões, conforme esperado da Modelagem Matemática de acordo com Bassanezi (2009). Embora tenham ocorrido alterações desta previsão inicial de gastos em virtude de variações de preços e mudanças de estratégias pelos grupos, tornou-se fundamental os alunos terem realizado estas simulações.

Destaca-se que o grupo “Cute Candy” apresentou uma situação diferenciada dos demais grupos quanto à resolução da equação. O fato de terem dois produtos distintos com valores diferenciados para venda (R\$ 1,00 e R\$ 2,00), fez com que sua função tivesse duas variáveis. Desta forma, para a previsão da quantidade mínima de unidades a vender para obter o lucro, chegaram a uma inequação envolvendo duas variáveis. Esta situação não estava prevista no planejamento inicial do projeto, porém, como foi apresentada por um dos grupos, optou-se em discuti-la em sala, corroborando com uma das características do trabalho com Modelagem Matemática, que é uma certa imprevisibilidade das discussões que podem ocorrer. Não demorou para os alunos perceberem que esse problema poderia apresentar mais de uma solução. Como as quantidades vendidas são números naturais, cujos valores são limitados superiormente, observou-se que o número de possíveis soluções seria finito. Optou-se neste caso em fazer a resolução coletiva do problema, conforme segue:

A empresa Cute Candy terá um custo fixo de R\$ 148,10 para produzir doces que serão colocados à venda a R\$ 1,00 e a R\$ 2,00, respectivamente. Deseja-se saber a quantidade (ou quantidades) de

itens que precisam ser vendidos de modo a obter lucro, sabendo que a produção máxima é de 150 unidades do doce que será vendido por R\$ 1,00 e de 100 unidades do doce que será vendido por R\$ 2,00. Considerou-se x a quantidade do produto que será vendido por R\$ 1,00 e y a quantidade do produto que será vendido por R\$ 2,00 e tomando o custo fixo de 148,10, para que a empresa tenha lucro, obteve-se a seguinte inequação com duas incógnitas:

$$x + 2y > 148,10$$

Inicialmente foi identificada a expressão que indica o momento em que não se tem lucro nem prejuízo, representada por:

$$x + 2y = 148,10$$

Tal expressão é representada pela equação de uma reta que associa para cada valor x a quantidade y de valor necessário para se obter 148,10, ou seja,

$$y = \frac{148,1 - x}{2} = 74,04 - \frac{x}{2}$$

Como as quantidades x e y são ambas positivas, o(s) resultado(s) do problema estará(ão) no primeiro quadrante do plano cartesiano. As limitações na produção de doces vendidos por R\$ 1,00 e R\$ 2,00 indicam que o eixo x terá um valor máximo de 150 unidades enquanto o eixo y terá um valor máximo de 100 unidades. Assim, como o objetivo é arrecadar valores superiores a 148,10, o conjunto solução do problema será composto pelos pares de números naturais presentes na área sombreada da figura 3.

Para aprofundar conceitos relativos ao estudo de funções, exercícios complementares foram apresentados aos alunos onde as funções custo e receitas apresentavam formas diversas aos problemas emergidos no projeto de modelagem. Após este estudo, os alunos foram instigados a estabelecer novos modelos na tentativa de descrever os dados apresentados, considerando diferentes situações possíveis. Também foram elaborados gráficos de dispersão representando os custos em função da quantidade de unidades produzidas, utilizando dados organizados em tabelas na planilha eletrônica. Em alguns casos,

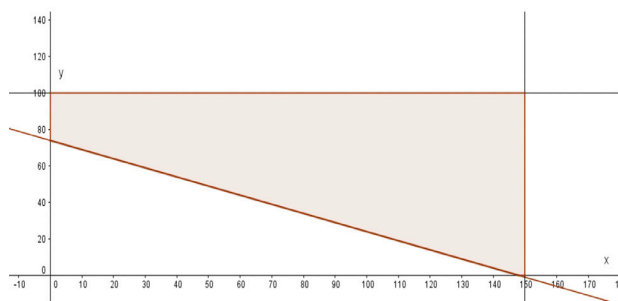


Figura 3. Representação geométrica da solução da inequação com duas incógnitas

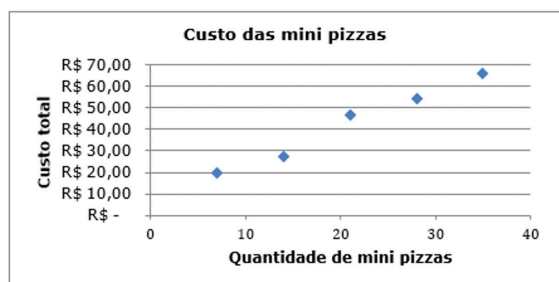


Figura 4. Gráfico de dispersão do custo de mini pizzas

optou-se em dividir o domínio da função em subconjuntos, estabelecendo funções com mais de uma sentença, situação exemplificada no modelo apresentado pelo grupo “Pizza Point”. Os dados apresentados pelo grupo sugerem que o custo total em função da quantidade de unidades de mini pizzas produzidas é representado pelo gráfico mostrado na Figura 4.

Após discussão com a turma, o grupo optou por dividir o domínio em dois subconjuntos: o primeiro para valores de menores ou iguais a 21 unidades e o segundo para valores maiores que 21. Utilizando o recurso de aproximação de linhas de tendência disponível no programa da planilha eletrônica, obtiveram as leis de formação do modelo, conforme segue:

$$C(x) = \begin{cases} 12,249e^{0,0623x}, & \text{se } 0 < x \leq 21 \\ 27,786e^{0,0246x}, & \text{se } 21 < x \leq 35 \end{cases}$$

Os alunos perceberam, a necessidade de utilizar o ponto de abscissa 21 nas duas leis de formação, mesmo que na representação do domínio, o referido valor não pertencia ao segundo subconjunto. Aproveitou-se o momento para retomar questões

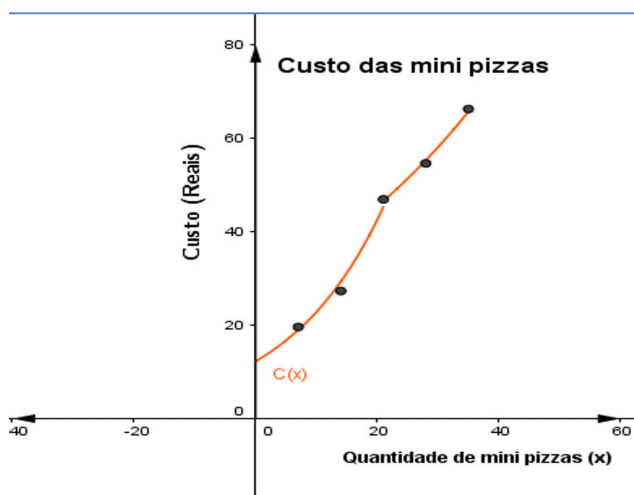


Figura 5. Representação do modelo do custo das mini pizzas através de funções com duas sentenças.

relativas à intervalos abertos e fechados e noções intuitivas de limites. Fazendo extrapolação até as proximidades de zero e utilizando a função de duas sentenças obtida, pôde-se gerar o gráfico apresentado na figura 5.

Percebe-se nesta construção, um ponto de descontinuidade para $x = 21$. Quando se optou em separar em dois intervalos distintos, as duas linhas de tendência passam a ser desconexas, podendo ocasionar tal efeito. Nota-se que, tomando $f_1(x) = 12,249e^{0,0623x}$ e $f_2(x) = 27,786e^{0,0246x}$ temos $f_1(21) \cong 45,3198126e^x$, o que evidencia que os limites laterais são diferentes neste ponto.

Considerando o preço de venda de cada unidade do produto de R\$ 3,00, a Função Lucro obtida a partir da venda de x unidades foi

$$L(x) = R(x) - C(x) = \begin{cases} 3x - 12,249e^{0,0623x}, & \text{se } 0 < x \leq 21 \\ 3x - 27,786e^{0,0246x}, & \text{se } 21 < x \leq 35 \end{cases}$$

Ao comparar a função lucro mostrada na tabela 2 e a função obtida na atividade descrita acima, observou-se novamente que o mesmo problema pode ser simulado por diferentes modelos, considerando diferentes hipóteses (no primeiro caso, considerou-se uma quantidade fixa de produção, enquanto, no segundo modelo, a

Tabela 3. Livro-caixa do grupo Snack do Gringo.

Livro Caixa – Empresa (Snack do Gringo)					
Data	Histórico	Doc.	Entrada	Saída	Saldo
07/10/16	Capital Inicial		R\$ 100,00		R\$ 100,00
14/10/16	Acréscimo do capital inicial		R\$ 30,00		R\$ 130,00
17/10/16	Pgto. Supermercado	65031		R\$ 42,06	R\$ 87,94
17/10/16	Pgto. Embalagens	9940		R\$ 9,85	R\$ 78,09
17/10/16	Pgto. Frutolandia	2342		R\$ 29,70	R\$ 48,39
18/10/16	Vendas		R\$ 261,00		R\$ 309,39
19/10/16	Pgto. Frutolandia	2350		R\$ 104,00	R\$ 205,39
19/10/16	Vendas		R\$ 480,00		R\$ 685,39
20/10/16	Pgto. Embalagens	1431		R\$ 12,00	R\$ 673,39
20/10/16	Vendas		R\$ 452,00		R\$ 1125,39
21/10/16	Pgto. Bebidas	33857		R\$ 365,68	R\$ 759,81

Fonte: os autores.

quantidade produzida varia de acordo com a previsão de venda). Essa discussão se torna interessante na medida que ao se trabalhar com modelagem matemática, as soluções passam a não serem mais únicas, e a Matemática passa a ser vista como uma ferramenta que pode mostrar diversas situações, de forma a auxiliar na tomada de decisões. Outro fato relevante na discussão foi relativo à validade do modelo para valores de x não muito superiores a 35, devido ao comportamento de crescimento rápido função exponencial e a faixa de valores considerados na obtenção do modelo.

Após essa atividade, os alunos novamente foram estimulados a desenvolver novos modelos com os dados dos demais grupos. Nestas atividades buscou-se também a motivação para estudar inequações envolvendo funções não lineares e a utilização do método gráfico para sua solução, tendo o computador como ferramenta auxiliar. Alguns alunos apresentaram dificuldades em determinadas etapas do desenvolvimento das atividades propostas, sendo que o professor pesquisador prestou auxílio direcionando a construção do aprendizado.

Aproximando-se da data do evento onde fariam a venda, foi organizado um encontro onde cada grupo levou uma amostra de seus produtos e apresentou para os professores que integraram o projeto e para os colegas. Nesta atividade foram discutidas questões sobre o sabor e forma dos produtos, tamanho e forma das embalagens, ajustes de preços, a organização do evento,

higiene na elaboração dos produtos, planejamento na organização e exposição, estratégias de venda, dentre outros assuntos.

Para a produção dos lanches, antes do evento cada grupo recebeu um valor fixo em duas etapas, totalizando R\$ 130,00 para auxiliar na compra das matérias-primas. Este valor foi disponibilizado aos grupos através do PROPI (Programa de apoio ao Desenvolvimento de Projetos Técnicos de Finalidade Didático-Pedagógica em Cursos Regulares do Instituto). Os grupos que excederam este valor organizaram-se e investiram dinheiro pessoal, resgatando-o ao final da atividade. Na semana posterior ao evento, os alunos produziram tabelas denominadas por eles de “livro-caixa” para prestação de contas e cálculo dos lucros obtidos no processo e realizaram a apresentação dos resultados nas aulas de Fundamentos da Administração e Organização, Sistemas e Métodos. Os lucros obtidos foram destinados ao caixa da turma para utilização na sua formatura. Na tabela 3 é mostrada prestação de contas do grupo Snack do Gringo, enquanto na tabela 4 é apresentado

Tabela 4. Lucro líquido e valor para o caixinha de formatura.

Relatório Geral		
Empresa	Valor para o caixa	Lucro
Cute Candy	R\$ 427,00	R\$ 297,00
Delícia Gelada	R\$ 180,75	R\$ 50,75
Pizza Point	R\$ 295,27	R\$ 165,27
Sanck do Gringo	R\$ 759,81	R\$ 619,81
Pâtisserie	R\$ 205,56	R\$ 75,56
Doce Sensação	R\$ 217,00	R\$ 87,00
Brown Cookie	R\$ 182,36	R\$ 52,36
Totais	R\$ 2.267,75	R\$ 1357,75

Fonte: os autores.

o fechamento do lucro da turma e o valor a ser “doado” para o caixa da formatura.

4.2. Análise das atividades desenvolvidas

No desenvolvimento do projeto de Modelagem Matemática foi possível utilizar situações reais associadas aos processos administrativos para compor uma base de exploração de conceitos de Matemática na sala de aula. Este processo se dá pela interação dos alunos entre si e entre o objeto de estudo através das intervenções e apontamentos do professor. Aspectos interdisciplinares, sempre que possível, podem ser trabalhados em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, tornando o trabalho ainda mais diversificado e amplo. Observa-se que neste projeto, a Modelagem Matemática foi incorporada ao ensino de forma paralela ao desenvolvimento do currículo estabelecido pela Instituição de Ensino, ocupando apenas parte das aulas da disciplina de Matemática.

Quanto aos benefícios e desafios trazidos pela aplicação da Modelagem Matemática, pode-se evidenciar a potencialidade que as questões administrativas têm a contribuir com situações que suscitam a Matemática como solução de seus problemas. A aproximação entre professores de diferentes áreas e entre os alunos é um fator positivo, uma vez que auxilia na produção coletiva e na proposição de soluções tendo como partida diferentes pontos de vista, o que evidencia a necessidade do trabalho em equipe e do diálogo em meio a divergências de ideias. Um desafio associado a esta pesquisa está na quebra de paradigma do método tradicional de ensino tanto para o professor quanto para os alunos.

No questionário respondido pelos alunos antes da aplicação desta proposta, apenas 7% dos investigados preferem trabalhar a Matemática a partir de problemas que exigem interpretação. Tal resultado, levou a explorar o uso de ferramentas tecnológicas de modo a contribuir na variação das atividades propostas. Mesmo com este fator inicialmente desafiador, no questionário

final pôde-se observar que, 91% dos alunos responderam que a Modelagem Matemática influenciou positivamente na motivação para o aprendizado de Matemática. Para apresentar as manifestações dos alunos, buscando preservar sua identidade, estes foram identificados pela letra “A” seguida de um número, atribuído aleatoriamente a cada aluno de 1 a 35. Dessa forma, A1 representa o aluno 1 e assim, sucessivamente. Algumas justificativas apresentadas foram: “É uma atividade dinâmica e que diferencia das aulas normais” (A5); “porque com esses tipos de trabalhos fica mais fácil entender a matemática [...]” (A12); “[...] mostra que podemos aprender a ver o que acontece por trás, ou seja, até chegar a venda do produto” (A7); “Se você estiver em um grupo que você consiga se comunicar bem e ter uma relação de parceria você aprenderá bem mais facilmente o conteúdo de Matemática” (A28); “faz com que os alunos se envolvam com a matéria” (A14); “o fato de criar uma empresa fictícia e fazê-la funcionar, traz mais ânimo na forma de aprender” (A15); “A matemática não costuma ser uma matéria muito adorada pelos alunos, por isso fazer uma atividade diferente pode facilitar o interesse” (A22); “Aprender matemática na sala de aula, repetindo inúmeros exercícios é muito cansativo e desanimador. As atividades de Modelagem ajudam no aprendizado e são divertidas” (A31).

Analisando as respostas dadas pelos alunos, percebe-se a importância de alguns aspectos pedagógicos oportunizados que eles valorizam, tais como o envolvimento na produção do conhecimento; diversificação do formato da aula; trabalho em grupo; aplicação da Matemática em situações reais; ausência de atividades de repetição e caráter dinâmico. Estes elementos presentes nos resultados apresentados pelos alunos também são evidenciados em trabalhos da literatura, como em Fernandes e Petry (2018) e Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Um aspecto desafiador é não tornar a Modelagem Matemática uma forma tradicional de ensino, pois existe o risco deste direcionamento pelo

professor quando este já possui uma metodologia de ensino arraigada. A abertura para a mudança de abordagem de ensino neste caso é imprescindível, é o que Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 24) denominam de “fuga da zona de conforto”.

Um dos problemas proposto nesta pesquisa foi o de identificar os cuidados necessários para que a Modelagem Matemática pudesse contribuir significativamente no aprendizado dos educandos. Ceolim e Caldeira (2015) e Burak (1992, p.58) apontam para a preocupação de professores a respeito do cumprimento do currículo escolar. Tal preocupação também foi evidenciada neste trabalho pelo professor pesquisador e também apontada por alguns alunos, associando ao tempo de duração do projeto nas aulas conforme as citações que seguem. Ao perguntar sobre a motivação da Modelagem Matemática para o aprendizado um aluno respondeu: “Acho importante, mas deveria ter ocupado menos tempo, muito conteúdo utilizado no vestibular não rendeu” (A19). Nota-se a preocupação com o currículo (Base Comum) no sentido de preparação para concursos de vestibulares, aspecto muito procurado pelos alunos ao matricular-se nos Institutos Federais. Nas respostas acerca dos aspectos negativos da aplicação da Modelagem também apareceram respostas similares: “Parada do conteúdo do Ensino Médio” (A32); “Nós perdemos muitas aulas de outros conteúdos de Matemática, mas as aulas foram produtivas mesmo assim” (A20); “É uma atividade que exige muito tempo” (A29); “Na minha opinião mesmo tendo aplicações matemáticas o conteúdo não rendeu, sinto que perdi muito tempo sem aprofundar o conteúdo do 1º ano” (A3). Sendo atividade diferente, o aluno A32, por exemplo, interpretou que com a Modelagem Matemática houve uma “parada do conteúdo do Ensino Médio”, o que não ocorreu de fato, pois os aspectos conceituais trabalhados buscaram entrar em consonância com os conteúdos do Ensino Médio, como percebeu-se no desenvolvimento apresentado em parágrafos anteriores. Observou-se nestes casos

a preocupação de alguns alunos ao compararem os aspectos trabalhados com a sequência dos conteúdos da disciplina dispostos no Projeto Pedagógico adotado pela Instituição de Ensino.

Neste aspecto percebe-se que mesclar Modelagem Matemática e currículo escolar não é tarefa fácil, mas que pode ser incorporada a partir de estratégias de organização das aulas, distribuindo as horas de maneira a manter parcialmente o currículo e utilizar a própria modelagem para implementar este no processo. Outras formas de trabalho podem ser implementadas, como a utilização de Modelagem Matemática como Projeto Integrador nos cursos técnicos e organização de horários extracurriculares para trabalho com reforço escolar como exemplificado no trabalho de Fernandes e Petry (2018) e Weber e Petry (2015).

Algumas críticas foram apontadas pelos alunos a respeito das divergências de opiniões, “improdutividade” de membros do grupo e atritos entre membros do próprio grupo, devido às produções coletivas oportunizadas pelo trabalho. Neste sentido, o professor deve estar atento a estes eventuais problemas para buscar solução no processo para evitar a desmotivação dos alunos. É importante também organizar a avaliação de modo que sejam realizadas atividades individuais e de auto-avaliação dos grupos, para identificar e tornar a avaliação mais coerente.

Além dos conceitos de Matemática apresentados anteriormente, destaca-se aqui a percepção de aprendizagem apresentada pelos próprios alunos a partir do questionário apresentado ao final da atividade. Ao responder a pergunta: “A Modelagem Matemática é uma ferramenta importante para o aprendizado de Matemática?” destacam-se algumas respostas quanto a justificativa positiva na aprendizagem, tais como: “Mais conhecimento e aprendizagem em relação a parte administrativa” (A7); “Facilidade na compreensão de como organizar uma empresa” (A15); “Adquirimos conhecimentos no quesito das necessidades e deveres de uma organização” (A18); “Conseguimos entender quais as preocupações e deveres que uma empresa tem

internamente. Nós podemos aprender matemática com administração, que é o curso que fazemos, então eu acho que foi muito importante” (A23); “A atividade foi muito produtiva. Conseguimos ter uma noção bem melhor sobre o conteúdo e com relação ao dinheiro” (A12); “Um ponto positivo foi que aprendemos um pouco sobre o funcionamento das empresas e como a matemática pode auxiliá-la em seu desenvolvimento” (A14); “O maior entendimento do assunto trabalhado, aprendemos a ter organização, e novas formas de administrar, não só a empresa criada mas tudo que está ao nosso redor, também conseguimos, em algumas vezes, trabalhar em grupo” (A28). Percebe-se que os elementos apresentados, de forma geral, enfatizam a relação entre a Matemática e a prática administrativa, o que era esperado a partir da ideia central da Modelagem Matemática. Nota-se também que os alunos associaram em suas respostas aspectos de aprendizagem não só de Matemática, mas de conceitos e práticas administrativas, o que mais uma vez destaca o caráter interdisciplinar do trabalho. Essa percepção corrobora também com Burak ao afirmar que “o processo de ensino é deflagrado pelo professor, na Modelagem Matemática é compartilhado com o grupo de estudantes, cuja motivação advém do interesse pelo assunto” e que “a obtenção dos dados, sempre que possível, no ambiente em que vivem e atuam os estudantes desperta maior entusiasmo para a atividade, promove a discussão sobre aspectos a pesquisar, favorece um olhar mais atento à situação e reforça a atividade formativa.” (BURAK, 2019, p. 104).

5. Considerações Finais

Considerando o exposto neste trabalho, sugere-se que a Modelagem Matemática aplicada nas aulas do Ensino Médio Integrado em Administração contribuiu para um melhor envolvimento dos alunos com os conteúdos tanto do componente curricular de Matemática quanto nos demais componentes. A integração e troca de ideias entre os alunos nas atividades em grupo (mesmo com

alguns desentendimentos) e entre os professores na relação interdisciplinar, contribuíram para o bom andamento das aulas.

É notório o potencial de conceitos e situações a serem abordados em sala ou em atividades extraclasse, o que demanda um constante trabalho de pesquisa conceitual e de produção de materiais didáticos adaptados às realidades apresentadas pelos alunos nas situações emergidas. A releitura da Matemática como uma ciência não necessariamente exata também é visualizada em muitos modelos aqui expostos, fator importante para a leitura crítica de dados apresentados por meios de comunicação no cotidiano do aluno. A possibilidade da utilização de um terço das aulas semanais de Matemática para a Modelagem Matemática foi fator significativo para o desenvolvimento das atividades, uma vez que o “fator tempo” sempre é um elemento dificultador para a implantação de projetos como este na escola.

Dentre os benefícios observados a partir deste trabalho, destacam-se o envolvimento e a motivação dos alunos e professores de diferentes componentes curriculares, considerando o desafio de oferecerem produtos a serem vendidos durante o evento. Também merece destaque, o dinamismo oportunizado nas aulas, o envolvimento dos alunos com a Matemática, a percepção de aplicação dos conhecimentos de Matemática na prática administrativa, a aprendizagem por método não tradicional de repetição, o desenvolvimento pessoal e da capacidade de trabalho em equipe, a aceitação das diferenças de opiniões e tomadas de decisões, além das práticas de organização de ideias e conceitos. Os principais desafios e cuidados evidenciados na pesquisa estão associados essencialmente às questões curriculares, porém podem ser amenizadas através da implementação de exercícios e atividades que envolvam os conceitos utilizados na modelagem e também através da utilização parcial do tempo das aulas para este tipo de trabalho.

Constatou-se também ser possível os alunos desenvolverem pesquisa na escola e a partir das

situações trazidas por eles ou pelos professores, com problemas interdisciplinares, aprenderem diversos conceitos associados à Matemática. Destacam-se como principais conceitos relativos à Matemática abordados durante o desenvolvimento das atividades: proporções, regra de três, aplicação de conversão unidades de medida em problemas práticos, construção de tabelas, construção de gráficos, funções (função constante, função afim e função exponencial), função de uma ou mais variáveis, função de uma ou mais sentenças, sistemas de equações, inequações, arredondamento estatístico, utilização de ferramentas tecnológicas (calculadoras, planilhas eletrônicas e software de construção geométrica), interpolação, extrapolação, operações algébricas, livro-caixa, custo, receita e lucro. Embora muitos desses assuntos já tenham sido trabalhados em anos anteriores, o trabalho oportunizou a aplicação destes em situações reais, e a percepção da necessidade de complementaridade entre diversos conteúdos para a construção do conhecimento.

O uso de recursos tecnológicos como ferramentas auxiliares se mostrou importante, uma vez que permitiu analisar, de forma rápida e objetiva, diferentes hipóteses ou cenários presentes em procesos de modelagem. Assim, foi possível visualizar diferentes soluções nos modelos analisados, possibilitando aos alunos avaliarem cada situação a partir das escolhas e simplificações consideradas.

6. Referências

- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. 1ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2016.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: 24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, Anais. Caxambu, 2001.
- BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. 3ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2009.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 5ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2016.
- BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. 4ª ed. Papirus. Campinas: Brasil, 2008.
- BURAK, D. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Tese de Doutorado em Educação - Unicamp, Campinas, 1992.
- BURAK, D. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática- I EPMEM. Londrina, 2004.
- BURAK, D. A Modelagem Matemática na perspectiva da educação matemática: olhares múltiplos e complexos. Educação Matemática Sem Fronteiras, v. 1, n. 1, p. 96-111, 2019. DOI: <https://doi.org/10.36661/2596-318X.2019v1i1.10740>.
- CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática na Educação Matemática: Obstáculos Segundo Professores da Educação Básica. Educação Matemática em Revista, n. 46, p. 25-34, 2015.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2007.
- FERNANDES, F.; PETRY, V. J. Aprendizagem matemática a partir de um projeto pntegrador na Educação de Jovens e Adultos. Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, XXXVIII CNMAC, Campinas, SP, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2018.006.02.0254>.
- GONZÁLEZ, M. S. G; ORTEGA, J. C; VÁSQUEZ, F. M. R. "Aprender matemáticas es resolver problemas": creencias de estudiantes de bachillerato acerca de las matemáticas. Revista de Investigación Educativa de la Rediech, v. 11, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33010/ierierediech.v11i0.726>.
- KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. Educação Matemática em Pesquisa, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.
- PETRY, L. S. Reconstrução do conhecimento dos alunos sobre ecossistemas por meio de unidades de aprendizagem. Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS, Porto Alegre, 2010.
- TEIXEIRA, E. B. Análise de dados na perspectiva científica: importância e desafios em estudos organizacionais. Desenvolvimento em questão, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2003.2.177-201>.

- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- WEBER, P. E.; PETRY, V. J. Modelagem Matemática na educação básica: uma experiência aplicada na Construção civil. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. V. 10, n. 1, p. 40-54, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2015.1.a03>.

