

**MODELAGEM MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM EM
SITUAÇÕES-PROBLEMA EMPRESARIAIS NO ENSINO SUPERIOR****Arrigo Fontana**¹**Cláudia Lisete Oliveira Groenwald**²**Temática do Artigo**

Resumo: Este trabalho é um recorte da pesquisa de doutorado do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e tem por objetivo relacionar as contribuições da Modelagem Matemática para a Pesquisa Operacional em uma disciplina do curso de Administração de instituição de Ensino Superior de Garibaldi/RS. Apresenta-se a modelagem como instrumento metodológico alternativo ao ensino tradicional, desmistificando a Matemática como disciplina inflexível e engessada, pois permite o relacionamento de situações práticas do cotidiano com os conteúdos curriculares, dando assim significado àquilo que o aluno aprende. A Pesquisa Operacional como Ciência oferece ferramentas quantitativas ao processo de tomadas de decisões. Por oferecer um leque de ferramentas de otimização, pode ser utilizada dentro da empresa para o desenvolvimento de seu próprio mecanismo de formação de custos e preços. O trabalho desenvolvido é de cunho qualitativo e quantitativo, por meio da estatística descritiva. Constou de uma sondagem diagnóstica, utilização de organizadores avançados e a modelação de situações reais vivenciada pelos alunos no seu ambiente de trabalho, com a utilização da ferramenta *Solver*. Os resultados obtidos demonstraram o potencial da utilização da Modelagem Matemática para a resolução de situações problema em Pesquisa Operacional.

Palavras Chaves: Modelagem Matemática. Pesquisa Operacional. Ensino Superior.

INTRODUÇÃO

A Matemática é uma Ciência desenvolvida ao longo dos séculos pelo homem em função das suas necessidades de sobrevivência no meio social e profissional. E que atualmente continua sendo uma Ciência que auxilia na busca de respostas aos problemas científicos e em constante modificações e alterações. Porém, trata-se de uma Ciência que é de difícil compreensão pelos estudantes e, nesse sentido, é importante a realização de pesquisas que busquem alternativas para essa problemática.

Entende-se que a tarefa básica do professor é o desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento crítico e da criatividade apoiados não só na reflexão sobre os conhecimentos adquiridos pela Ciência em questão, mas também sobre suas aplicações à tecnologia e ao progresso social (SANTOS; FRANÇA e SANTOS, 2013).

¹ Doutorando do PPGEICIM-LBRA-CANOAS, arrigo.fontana@garibaldi.rs.gov.br

² Orientadora do PPGEICIM-ULBRA-CANOAS, claudiag@ulbra.br

A partir dessas considerações estabelecemos o problema de pesquisa: Qual o potencial da metodologia Modelagem Matemática, mediada pela ferramenta *Solver*, como contribuição para o processo de ensino aprendizagem da temática Pesquisa Operacional em cursos de Administração no Ensino Superior?

A Pesquisa Operacional (PO) é uma área da Engenharia de Produção que proporciona aos profissionais, que estudam o seu escopo, o acesso a um procedimento organizado e consistente que o auxiliará na difícil tarefa de gestão de recursos humanos, materiais e financeiros de uma organização. A Pesquisa Operacional oferece um elenco interessante de áreas, modelos e algoritmos que permitem ao gestor tomar decisões em problemas complexos, onde deve ser aplicada a ótica científica (MARINS, 2011).

A grande disputa pelo mercado, nos dias atuais, entre empresas do mesmo ramo, faz com que estas busquem oferecer serviços de melhor qualidade a mínimos custos, e, para isso é necessário um grande escopo de conhecimentos integrados a criatividade na busca de soluções para os problemas que se apresentam (MARINS, 2011).

1 MODELAGEM MATEMÁTICA

A questão do ensino matemático não se restringe somente na compreensão do conteúdo e sim no preparo do profissional que irá passar o conhecimento, sabendo que há lacunas gigantescas na nossa Educação, professores despreparados e com remuneração muito baixa, tendo que trabalhar horas por dia, sem poder investir em cursos de aperfeiçoamento. De acordo com Roman et al (2015), a Matemática, em todos os níveis educacionais, deve ser ensinada de forma que desenvolva o raciocínio lógico, prática de trabalho de equipes, do exercício e da capacidade em solucionar problemas e que possibilitem uma boa adaptação do indivíduo dentro da sociedade em transformações contínuas.

Para Biembengut e Hein (2000, p. 11), “a ideia de Modelagem suscita a imagem de um escultor trabalhando com argila produzindo um objeto”. Na concepção dos autores, esse objeto que representa sua ideia é um modelo, e o processo de obtenção desse modelo é a Modelagem. A Modelagem Matemática, é associada, em geral, a dois componentes, a problemática, proveniente de um fenômeno do mundo real, e o modelo matemático, estrutura Matemática utilizada para representar esse fenômeno.

A Modelagem Matemática, segundo Dalla Vecchia (2012, p. 123), é “um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos, sustentados por ideias

Matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade”.

Pesquisas como a de Borssoi e Almeida (2015) mostram que uma atividade de Modelagem pode ser capaz de agir sobre a predisposição do aluno em aprender, impulsionando-o a se envolver de modo mais real e participativo com a atividade para a construção do seu próprio conhecimento, pois:

Uma hipótese subjacente à proposta de Modelagem na Educação Matemática é que a abordagem de questões reais, oriundas do âmbito de interesses dos alunos, pode motivar e apoiar a compreensão de métodos e conteúdo da Matemática escolar, contribuindo para a construção de conhecimentos bem como pode servir para mostrar aplicações da Matemática em outras áreas do conhecimento. Uma justificativa importante para a visualização da aplicação dos conceitos diz respeito aos aspectos motivacionais. Esse é, provavelmente, um dos aspectos mais evocados na literatura para justificar a inclusão de atividades de Modelagem Matemática na prática escolar, ancorando-se em argumentos que defendem que situações de ensino que proporcionam ao aluno contato com o contexto real podem motivá-lo para o envolvimento nas atividades e para a construção de conhecimento (ALMEIDA et al, 2016, p. 30).

Dessa forma, o professor que lançar mão da Modelagem Matemática, está possibilitando ao aluno o contato com um ambiente investigativo, permitindo a interpretação e compressão de conceitos matemáticos visualizando o seu dia a dia. Além desta, esta metodologia tira tanto do aluno quanto o professor da zona de conforto, visto que os alunos se tornam sujeitos responsáveis pelo seu próprio aprendizado, e o professor mediador de todo o processo que acontece dentro da sala de aula. A utilização da Modelagem Matemática como ferramenta pedagógica de ensino e aprendizagem possibilita uma pluralidade de resultados possíveis a serem alcançados (SILVA et al, 2015).

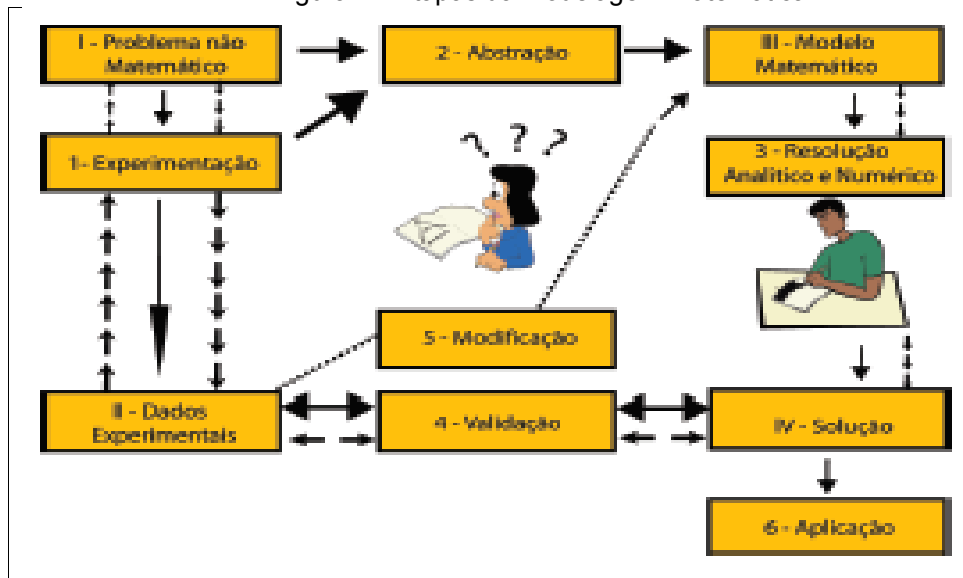
A arte de buscar situações do cotidiano dos estudantes e adaptá-las nas aulas de Matemática é denominada Modelagem Matemática. Diversos autores apresentam definições de Modelagem. Bassanezi (2010, p. 16) afirma que “a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Madruga e Biembengut (2016) apresentam uma definição de modelagem, ou ainda:

Modelagem é o processo envolvido na feitura de um modelo. Modelo que pode auxiliar as pessoas a compreender dados, informações, a estimular novas ideias e a prover de uma visão estruturada e global que inclui relações abstratas de algum fenômeno, ente, ou um processo. O modelo capacita a pessoa observar e refletir sobre fenômenos complexos, e ainda, a comunicar as ideias a outras pessoas (MADRUGA; BIEMBENGUT, 2016, p. 28).

A Modelagem Matemática no ensino passa por uma série de etapas, as quais não constituem um processo rígido, mas, que dão base para o desenvolvimento da atividade proposta conforme observado na Figura 1.

Figura 1 - Etapas da Modelagem Matemática



Fonte: Bassanezi (2013, p. 27).

A etapa da Experimentação (1) é o momento em que ocorre a obtenção/coleta dos dados, aqui, o matemático pode (e deve) ser fundamental, pois dependendo de sua forma de abordar o problema, ele pode direcionar o problema para caminhos mais fáceis ou mais difíceis, conforme também sugere Biembengut (2003, p. 12) ao afirmar que o processo de modelagem:

sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de Matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas (grifo nosso).

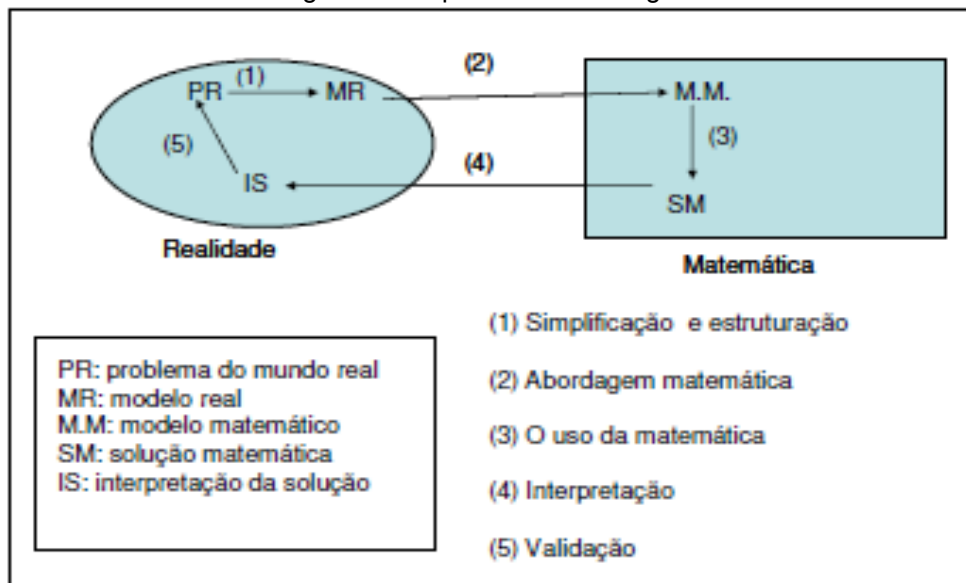
Na etapa da Abstração (2), estabelece-se as variáveis, faz-se a problematização numa linguagem Matemática, formula-se as hipóteses e simplifica-se o problema, acrescentado algumas condições e/ou restrições que sejam necessárias e/ou omitindo outras.

Na Resolução (3), consiste em fazer a substituição da linguagem natural das hipóteses pela linguagem Matemática, enquanto na Validação, etapa (4), é feita a testagem do modelo, inferindo, se o modelo deve ser aceito ou refutado. Caso seja refutado, acontece a chamada Modificação (5), etapa em que, modifica-se um ou alguns fatores ligados a etapas anteriores que não permitiram elaborar/desenvolver um modelo que pudesse satisfazer o problema inicial, sendo necessário assim, um

novo processo de idas e vindas, de forma a encontrar um modelo que atenda aos interesses e necessidades do modelador.

A resolução de um problema por meio da Modelagem envolve várias etapas, conforme o esquema da Figura 2, apresentado por Maass (2004):

Figura 1 - Esquema de Modelagem



Fonte: Maass (2004, p. 2).

De acordo com Maass (2004), o processo parte de um problema do mundo real³. No princípio do processo a situação em estudo é idealizada e simplificada o que é feito por meio de hipóteses simplificadoras. Esta nova situação obtida a partir da situação real, por meio das simplificações, é um modelo real da situação original. A seguir este modelo deve ser matematizado, o que implica em traduzir o problema e os dados por meio de objetos matemáticos⁴. Trabalhando com este modelo uma solução matemática para o problema é obtida. A seguir, esta solução deve ser interpretada com referência à situação da vida real. Por fim, a validade da solução é investigada pela adequação desta em relação aos valores reais.

Fundamentados nos estudos, teorias e propostas referidos, apresenta-se a Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa que possibilitará aos

³ Por mundo real entendemos aqui, como coloca o documento elaborado pelo IPC (International Programme Committee) do ICMI (International Commission for Mathematical Instruction "... tudo que é relacionado à natureza, sociedade ou cultura, incluindo a vida cotidiana bem como assuntos de escola e universidade ou disciplinas científicas e de estudo diversas da matemática" (IPC, 2003, p. 6).

⁴ Entendemos aqui objetos matemáticos como os define Fonte *et al* "Objetos matemáticos são qualquer entidade ou coisa a qual nos referimos, ou da qual falamos, seja real, imaginária ou de qualquer outro tipo, que intervém de algum modo na atividade matemática" (Fonte *et al*, 2005, p. 5). Segundo estes autores são exemplos de objetos matemáticos: ponto, número, plano, operações, relações algoritmos, problemas, demonstrações, entre outros.

alunos pesquisarem e buscarem os conceitos matemáticos em situações contextualizadas, tornando-os sujeitos participantes na construção do conhecimento, e que seja possível encontrarem soluções aos problemas com os quais poderão se deparar no futuro profissional.

Considera-se que a Modelagem Matemática, enquanto metodologia de ensino, atenderá os anseios profissionais e ajudará a despertar em nossos alunos o prazer, a alegria e/ou até escolher se dedicar cada vez mais ao estudo da Matemática. Entendemos que tais conceitos também podem ser aplicados na Pesquisa Operacional. Apontam no horizonte aulas diferenciadas, fazendo com que os alunos fiquem mais motivados a participarem das aulas, alcançando assim uma aprendizagem mais efetiva e real, e que tenham uma aprendizagem.

2 PESQUISA OPERACIONAL

O termo Pesquisa Operacional (PO) tem origem no idioma inglês, com tradução direta como *Operational Research* e seu surgimento está relacionado à invenção do radar na Inglaterra no ano de 1934. No decorrer da Segunda Guerra Mundial as técnicas de Pesquisa Operacional começaram a serem desenvolvidas com o objetivo de encontrar soluções para problemas de operações de guerras. Segundo Andrade (2011), essas técnicas eram realizadas por equipes multidisciplinares que estudaram métodos solucionar problemas de operações militares. Pelo ótimo desempenho desta técnica, passou a ser utilizada por acadêmicos e empresários na resolução de problemas de administração.

Em conceitos mais recentes, Pesquisa Operacional possui foco no processo de tomada de decisão, utilizando métodos matemáticos e ferramentas de *software* e *hardware* juntamente com várias áreas científicas interligadas para articular e modelar problemas, identificando os objetivos e restrições em que o sistema irá operar objetivando otimizar resultados e conseqüentemente o aumento do desempenho corporativo.

A maior especialização dos setores e processos acaba por dificultar a alocação dos recursos para cada etapa, de forma eficiente para toda a organização e não apenas para determinados processos. Encontrar o melhor caminho de resolução é essencial para otimizar qualquer organização. É neste ambiente que a Pesquisa Operacional encontra espaço para aplicação de suas técnicas.

Para Tanenbaum et al. (2017) é um ramo interdisciplinar da Matemática aplicada que propõe técnicas para modelagem e solução de problemas de otimização

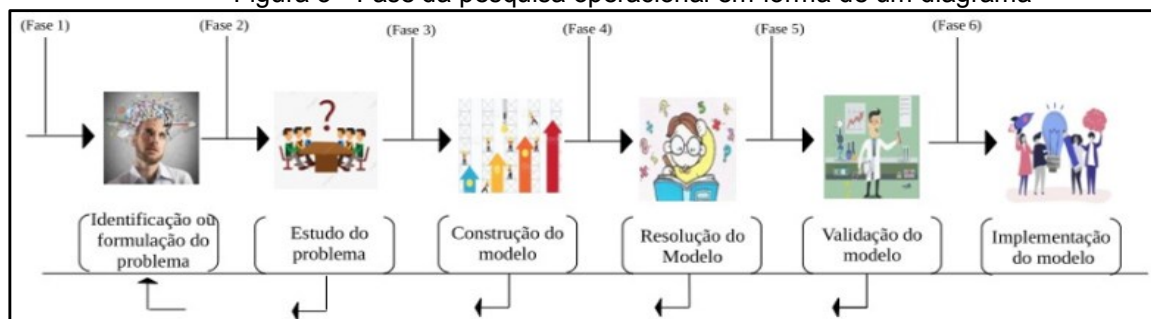
de recursos que, por sua vez, influenciam as tomadas de decisão. Apoiados por Montevechi (2006, p. 3) considera-se que:

Pesquisa Operacional é a aplicação do método científico, por equipes interdisciplinares, a problemas que dizem respeito ao controle de sistemas organizados (homem-máquina) com a finalidade de obter as soluções que melhor satisfazem aos objetivos da organização, como um todo.

Atualmente, a Pesquisa Operacional é considerada uma ferramenta quantitativa utilizada pelas empresas essencialmente para a resolução de problemas nos mais distintos segmentos de atuação. É uma ferramenta Matemática que contribui na atuação das tomadas de decisão em circunstâncias reais. Também pode ser definida como recurso indispensável, uma vez que se apresenta como estratégia para tomada racional de decisões gerenciais, substituindo as decisões empíricas, geralmente utilizadas nos mais diversos cenários. Tais ações demonstram a flexibilidade da técnica, adaptável a quaisquer tipos de situações, desde que haja dados numéricos sobre o determinado processo.

Segundo Andrade (2014) não existe um número definido ou pré-estabelecido de fases para o processo de Modelagem, pois depende da complexidade mediante o problema a ser resolvido, conforme Figura 3.

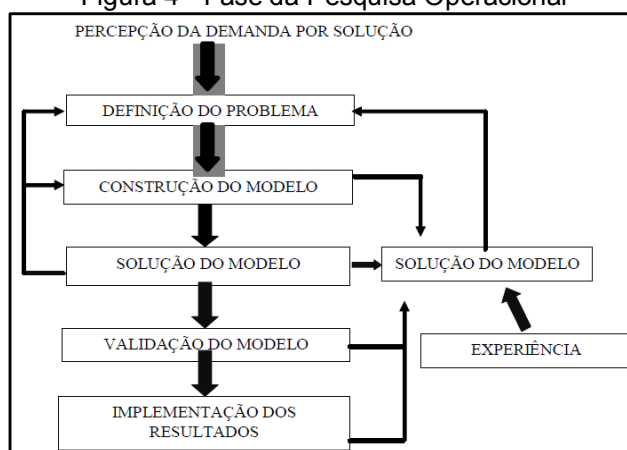
Figura 3 - Fase da pesquisa operacional em forma de um diagrama



Fonte: Adaptado de Andrade (2014).

De acordo com Andrade (2000, p. 10-12) como a Pesquisa Operacional é uma ferramenta Matemática, a mesma é dividida em seis fases expostas na Figura 4. Os procedimentos utilizados nessas fases dependem do tipo do problema em análise e do contexto que o envolve.

Figura 4 - Fase da Pesquisa Operacional



Fonte: Andrade (2000).

A Pesquisa Operacional "procura obter a melhor solução - ou solução ótima - para um problema" (MOREIRA, 2010, p. 3). Um dos recursos com maior potencialidade na busca por essa otimização, é a Programação Linear. Este modelo matemático é estruturado para resolver "problemas que apresentem variáveis que possam ser medidas e cujos relacionamentos possam ser expressos por meio de equações e/ou inequações lineares" (MOREIRA, 2010, p. 10), também chamadas de função objetivo. De acordo com o objetivo da otimização, o modelo linear, respeitando as restrições impostas pela situação, poderá minimizar ou maximizar o resultado dessa função (MOREIRA, 2010).

No contexto da Pesquisa Operacional, a utilização de recursos computacionais, muitas vezes constituem ferramentas facilitadoras para a resolução de problemas. Neste contexto, o uso de *softwares* para resolução de problemas contextualizados ou envolvendo situações empresariais é frequente a utilização de Programação Linear. Segundo Rodrigues e Santos (2013) o *Solver* é uma ferramenta que dispõe de grandes recursos dentro do Excel e permite realizar vários tipos de simulações em uma planilha.

O *Solver* apresenta maior facilidade de manuseio e melhor disposição dos relatórios gerados pela operação. Faz parte de um conjunto de programas, por vezes chamado de ferramentas de análise hipotética. O Excel (programa de confecção e controle de planilhas) auxilia de forma significativa na obtenção de solução viável otimizada para modelos de pequena e grande complexidade. É com esta ferramenta que podemos gerenciar os dados colocados em uma planilha, previamente manipulados por fórmulas do próprio *software*.

Segundo Andrade (2002), a ferramenta *Solver* calcula a solução ótima, após a inserção de todos os dados referentes à realidade da produção, as restrições e a função objetivo. Sendo o modelo corretamente inserido, a ferramenta calcula a solução ótima do problema e faz a análise de sensibilidade. Nesta investigação, optou-se por utilizar o recurso do *Solver* no âmbito da resolução de Modelos Matemáticos.

3 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, bem como quantitativa (análise estatística descritiva), na qual foram estabelecidas diversas etapas a serem desenvolvidas no decorrer do processo de Modelagem Matemática:

- a) Sondagem diagnóstica: identificar os conhecimentos prévios dos alunos.
- b) Organizadores avançados: resolução de situações relacionados as temáticas da Pesquisa Operacional.
- c) Atividade de fechamento - análise do processo de resolução de problemas e Modelagem Matemática.

O grupo de participantes da pesquisa envolveu 16 (dezesesseis) acadêmicos do curso de Administração matriculados na disciplina de Pesquisa Operacional da Faculdade Fisul, na cidade de Garibaldi, no segundo semestre de 2019 e 8 (oito) acadêmicos no segundo semestre de 2020.

Os instrumentos de coleta de dados consistiram em caderno de anotações/classe ou notas de aula, questionário com os alunos, atividade de sondagem diagnóstica, trabalhos entregues no decorrer das aulas e apresentação dos mesmos, elaboração de um instrumento avaliativo e a elaboração de uma situação-problema vivenciado no dia a dia.

4 O EXPERIMENTO REALIZADO

As aulas ocorreram no laboratório de informática da Instituição durante as aulas noturnas num total de 16 encontros nas aulas da disciplina de Pesquisa Operacional. Os acadêmicos também tiveram a possibilidade de interação em momentos de compartilhamentos por meio do ambiente virtual (Plataforma Moodle). As atividades desenvolvidas e produzidas pelos alunos no decorrer do processo ficaram armazenadas no ambiente virtual. A referida disciplina teve uma carga horária de 72 horas e é oferecida no quarto semestre do curso de Administração.

Na primeira aula os participantes da pesquisa responderam as questões sobre a sondagem diagnóstica. Na sequência, aplicou-se uma atividade chamada de organizadores avançados cujo objetivo foi de resolver problemas relacionados ao

conteúdo da disciplina de Pesquisa Operacional, que apresentavam conexão entre o conhecimento prévio do aluno e aquilo que seria estudado. Os alunos receberam uma lista envolvendo várias situações-problema direcionadas ao ramo empresarial, no qual fizeram a modelação.

Numa próxima etapa, foi solicitada a descrição de uma situação-problema. Tal descrição deve focar uma vivência no trabalho com relato das variáveis e restrições impostas do modelo matemático referente a situação-problema empresarial. No decorrer do semestre, os alunos reformularam o modelo matemático relativo a situação-problema inicial, observando assim se houve alterações nas variáveis e restrições propriamente ditas, concluindo assim a elaboração do Modelo Matemático Final (MMF).

5 PROBLEMA RESOLVIDO

Apresenta-se um exemplo de um problema proposto para os estudantes do ano letivo de 2019. O objetivo da questão era representar algebricamente uma equação e/ou inequação e ser capaz de resolver um sistema de equações numa situação-problema, conforme o exposto: Um negociante mandou seu empregado pesar três sacos de milho. O empregado voltou exausto e disse: O primeiro e o segundo sacos, juntos, têm 110 quilogramas. O primeiro e o terceiro, juntos, têm 120 quilogramas. E o segundo e o terceiro, juntos, têm 112 quilogramas. Mas o comerciante queria saber quantos quilogramas tinha cada saco. Para o empregado não se cansar mais, descubra isso para ele. Descreva o processo para resolver a questão. O resultado do Aluno 2 segue Figura 5.

Figura 5 - Produção do Aluno 2

Saco 1 = x_1	$\rightarrow (x_1 + x_2 = 110)$	$\rightarrow x_1 + x_2 - (x_1 + x_3) = 110 - 120$	$\rightarrow x_2 + x_3 + x_2 - x_3 = 112 - 10$
Saco 2 = x_2	$\rightarrow (x_1 + x_3 = 120)$	$x_1 + x_2 - x_1 - x_3 = -10$	$2x_2 = 102$
Saco 3 = x_3	$\rightarrow (x_2 + x_3 = 112)$	$x_2 - x_3 = -10$	$x_2 = 51 \text{ kg}$
		$51 - x_3 = -10$	
		$x_3 = 61 \text{ kg}$	
$x_1 + x_2 = 110$			
$x_1 + 51 = 110$			
$x_1 = 59 \text{ kg}$			
		Portanto: $x_1 = 59 \text{ kg}$; $x_2 = 51 \text{ kg}$ e $x_3 = 61 \text{ kg}$	

Fonte: Aluno 2 (2019 B).

Na questão, 13 alunos conseguiram resolver o problema proposto, aplicando conhecimentos algébricos conhecidos como a resolução de sistema de equações com o uso do método da substituição e 3 alunos erraram totalmente a questão. No entanto, pode-se perceber que os alunos parecem apresentar os subsunçores relacionados à capacidade de representação e resolução mediante uma situação-problema.

Percebeu-se que o Aluno 2, obteve a resposta usando um sistema de equações com três equações e com três incógnitas, havendo assim o acentuado uso da aritmética.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a utilização da Pesquisa Operacional na Matemática e suas ramificações, a Escola/Faculdade deve, por obrigação, fornecer uma Educação que instigue a busca de novos conceitos. O professor como interlocutor e mediador tem papel atuante e central na transmissão dos conteúdos e procedimentos que se quer desenvolver.

E, também, a Matemática como Ciência pode ser utilizada juntamente com todas as disciplinas, em especial na disciplina de Pesquisa Operacional, e em todos os níveis empresariais, como em pequenas Empresas para reduzir gastos e maximizar os ganhos, com o auxílio de *softwares* que não exigirão muito investimento, para diferenciá-la e colocá-la em um nível de competição frente a empresas maiores.

Também, evidencia-se que o uso de atividades práticas promove maior interação entre professor e alunos, e o aprendizado torna-se mais significativo, e conseqüentemente, aumenta a satisfação do aluno e a motivação para querer aprender a aprender, entendendo que a formação deve ser contínua e a responsabilidade por ela é do próprio estudante.

A utilização da Modelagem Matemática na disciplina de Pesquisa Operacional vem de encontro a contribuir para o desenvolvimento matemático, pessoal e social do futuro administrador bem como atitudes de investigação, resolução de problemas e desenvolver capacidade de transferir conhecimentos da vida e da experiência cotidianas para o ambiente de trabalho e do seu campo de atuação profissional, em diferentes modelos organizacionais, revelando-se profissional adaptável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. de; VERTUAN, R. E. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro – São Paulo, v. 30, n. 56, p. 1070-1091, dez. 2016.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- ANDRADE, E. L. De. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000, 2002.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011-2014.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino e aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3.ed. São Paulo; Contexto, 2010.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia** 3. ed., 4. reimpressão. São Paulo: Contexto, 2013.

BIEMBENGUT, Maria Salett e Hain, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. Editora Contexto, São Paulo 2000.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003-2005.

BORSSOI, A. H; ALMEIDA, L. W. **Percepções sobre o uso da Tecnologia para a Aprendizagem Significativa de alunos envolvidos com Atividades de Modelagem Matemática**. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea), v. 10, p. 36-45, 2015.

DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. **Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização**. Bolema. v. 26, nº 43, p. 963 – 990. Rio Claro, 2012

FONTE, V. *et al.* **Enfoque ontosemiótico de las representaciones em educación matemática**. IN: IX SIMPOSIO DE LA SIEM, 2005. Córdoba. Disponível em :<http://www.ugr.es/~jgodino/funcionessemioticas/enfoque_ontosemiotico_representaciones.pdf>. Acesso em : 14 fev. 2021.

IPC - INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE . Discussion document of ICMI (International Commission for Mathematical Instruction) study 14- “**Application and modeling in mathematics education**”. Tradução: Iraci Muller. In: III CNMEM(CONFERENCIA NACIONAL DE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA). 2003. Piracicaba. Universidade Metodista Piracicaba, Anais... Piracicaba, 2003. 1 CD-ROOM.

MAASS, K. Barriers to, and opportunities for integration of modelling in mathematics classes-results of na empirical study. IN: **10Th INTERNATIONAL CONGRESS IN MATHEMATICAL EDUCATION**, 2004, Copenhagen, Dinamarca. Disponível em:<<http://www.icme-organisers.dk/tsg20/papers.html>>. Acesso em: 14 fev. 2021.

MADRUGA, Z. E. F.; BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem & Aleg(o)rias: um enredo entre cultura e Educação**. Editora Appris. Curitiba-PR. 2016.

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá – FEG. Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2011.

MONTEVECHI, José Arnaldo. **Pesquisa Operacional – Apostila – UNIFEI 2006**.

MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: Curso Introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2010.

RODRIGUES, E.C.N.; SANTOS, Y.B.I. **Aplicação da Programação Linear na Minimização dos Custos de Produção em uma Indústria de Processamento de Açaí de Pequeno Porte no Município de Belém**. 2013 - XX SIMPEP. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=8>. Acesso em: 12 abr. 2020.

ROMAN, Neide; ALCARA, Lariane Carolina Gonçalves; ROSA, Claudia Carreira da. **Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa: Uma possibilidade para o ensino de Matemática**. IN: II CONEDU: Congress Nacional de Educação, 2015.

SANTOS, Josiel Almeida; FRANÇA, Kleber Vieira; SANTOS, Lúcia Silveira Brun. **Dificuldades na aprendizagem da Matemática - 2013**. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_01/singlefile.php?cid=80&lid=4223. Acesso em: 07/01/2020.

SILVA, Leonardo Brito da; FERREIRA, Luanne Lima; MOREIRA, Francis Miller Barbosa. **Modelagem Matemática: Reflexões teóricas e aplicações**, 2015.

TANENBAUM, M.; HOLSTEIN, W. K.; EILON, S.; ACKOFF, R. L. **Operations research**. 2017. Encyclopedia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/operations-research#ref22348>>. Acesso em: 10 ago. 2020.