

MODELAGEM DO CARREGAMENTO DE AVIÕES UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR EM CURSO DE LOGÍSTICA

NEVES, Tamiris Moura,
lfes /Cefor, neves.tamirism@gmail.com

ALVARENGA, Claude Killian de,
lfes/Campus Viana, claudelavarenga@ifes.edu.br

SOUZA, Maria Alice Veiga Ferreira de,
lfes/Cefor, alicevfs@gmail.com

RESUMO

Relatamos aqui experiências que tiveram como objetivo introduzir técnicas de Programação Linear (modelando problema de “carregamento de aviões” através da programação linear) no processo de ensino e aprendizagem da Matemática em uma turma do 2º ano do curso de Logística do Ensino Médio do Ifes¹. A modelagem matemática permite transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, dessa forma, pode ser uma estratégia de ensino e aprendizagem. E, via programação linear, favorece o uso de softwares e resolução de problemas em sala de aula. Este trabalho possibilitou verificar que o uso de modelagem matemática por meio da programação linear potencializa as situações de aprendizagem em sala de aula, apresentando uma matemática interessante para os alunos e promovendo a aprendizagem participativa dos mesmos na construção dos seus conhecimentos.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Programação Linear; Sala de Aula.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, apresentamos como proposta a aplicação de conteúdos matemáticos associados à logística, envolvendo operações em âmbito real vivido por muitas empresas do transporte aéreo e que, diariamente, operam na distribuição de seus produtos, utilizando processos que demandam certos cuidados em relação ao planejamento e a organização no bojo de aeronaves de carga.

No que concerne às instituições de ensino que oferecem cursos técnicos, pensamos que seus projetos devem avaliar a necessidade de introdução de novos mecanismos de ensino para os cursos técnicos do ensino médio. Isso se

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Viana

justifica pelo fato do próprio mercado de trabalho exigir conhecimentos que em sua maioria não estão presentes nas grades curriculares, como no caso de problemas reais que possam ser oferecidos pela modelagem matemática, apresentando resultados surpreendentes com aplicação de programação linear. As práticas de ensino devem ser constantemente revistas pelos professores, pois não é suficiente seguir os planos pedagógicos. Devemos recorrer a novas propostas metodológicas, que permitam uma ampliação daqueles tradicionais conteúdos sugeridos pelo projeto curricular. O docente deve ter a preocupação de acompanhar o andamento de suas turmas e procurar sugerir novas e possíveis mudanças, não descartando outras formas que possam ser aplicadas no período escolar, considerando que a dinâmica escolar sempre sofre com as influências externas, sejam estas oriundas por aclamações políticas, sociais ou econômicas.

O professor é responsável pelo andamento e a execução da disciplina da qual atua, sendo um elo entre a proposta pedagógica da instituição e o modo pelo qual difunde o conhecimento que domina. E, como professores, devemos buscar criar um nível de empatia com a turma, já que as relações interativas em sala de aula, dentro de um conjunto composto por professores e alunos, conforme Zabala (1998, p. 89) descreve, é bem explicada como um tipo de ação.

O aluno, por sua vez, deve interiorizar o conhecimento tal como lhe é apresentado, de maneira que as ações habituais são a repetição do que se tem que aprender e o exercício, entendido como cópia do modelo, até que seja capaz de automatizá-lo. Esta concepção é coerente com a crença de que a aprendizagem consiste na reprodução da informação, sem mudanças, como se se tratasse de uma cópia na memória do que se recebe através de diferentes canais. Esta maneira de entender a aprendizagem configura uma determinada forma de relacionar-se em classe.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Bassanezi (2009), a Modelagem Matemática, aplicada ao ensino, pode se constituir um mecanismo para despertar maior interesse por parte dos

alunos nos estudos das atividades de matemática, ser um material de apoio para seu pensar matemático e ampliar seus conhecimentos. Dessa forma, se configura em uma estratégia de aprendizado, no qual o processo de ensino e aprendizagem não ocorre “no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural” (BASSANEZI, 2009, p. 38).

Pensar em Modelagem Matemática, no processo de ensino e aprendizagem, é pensar a matemática a partir do “mundo real”, comprometido com a realidade que cerca o “mundo do aluno” e a sociedade. Assim como Bassanezi (2009, p. 16) acreditamos que o professor deve criar situações de aprendizagens em sala de aula que sejam “interessante, por ser útil, e estimulante, por ser fonte de prazer”.

Modelagem Matemática na perspectiva de Bassanezi (2009) é um processo dinâmico usado para obter e validar modelos matemáticos, concebidos de uma situação real e que seguem as seguintes sequências de etapas: **experimentação; abstração; resolução; validação e modificação.**

Na **experimentação** que se processa a obtenção de dados. Essa etapa pode se configurar como fundamental, pois ela pode ser decisória no sentido de **facilitar o cálculo dos parâmetros** contidos no modelo matemático.

É na etapa de **abstração** que se obtêm à formulação dos Modelos Matemáticos e que se busca estabelecer as variáveis; formulação; hipótese e simplificação. Nessa fase, as variáveis de estado (descrevem a evolução do sistema) e as variáveis de controle (agem sobre o sistema) devem ser claramente definidas e diferenciadas. A situação-problema enunciada deve ser entendida e formulada, indicando o que se pretende resolver com o modelo. A hipótese conduz a investigação e leva a montagem do modelo matemático. A simplificação, por sua vez, é uma tentativa de simplificar a complexidade de considerar todos os detalhes da situação-problema.

A terceira etapa é a **resolução**, a linguagem do modelo “traduzida” da linguagem natural das hipóteses para a linguagem matemática coerente com a

situação-problema. “A resolução de um modelo está sempre vinculada ao grau de complexidade empregado em sua formulação e muitas vezes só pode ser viabilizada através de métodos computacionais dando uma solução numérica aproximada” (BASSANEZI, 2009, p. 30).

A etapa de **validação** é a fase de aceitação ou não do modelo proposto. Os modelos e as hipóteses devem ser testados em confronto com os dados empíricos. A aceitação dos modelos irá depender do grau de aproximação dos resultados com a situação real.

Na **modificação**, quinta e última etapa, devemos considerar que nenhum modelo deve ser definitivo e que teorias são passíveis de modificações. A não aceitação do modelo pode ser alguma hipótese falsa ou próxima da realidade de maneira insuficiente, pode ser algum dado incorreto ou erro matemático, ou ainda podem ter variáveis envolvidas na situação-problema que não foram utilizadas.

Em suma, a modelagem matemática permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender o mundo real com capacidade para desenvolver o raciocínio lógico, resolver problemas e até mesmo promover mudanças em diversos ramos da sociedade.

A Programação Linear (PL), no campo da programação matemática, é uma área da Pesquisa Operação. Área que historicamente teve suas primeiras aplicações nos esforços de guerra. O termo “Pesquisa Operação” remete sua primeira aparição na Segunda Guerra Mundial, no século XX, para resolver problemas militares de organizações técnicas e táticas, facilitando o processo de tomada de decisão e realizando testes e avaliações antes de se usarem os resultados efetivamente.

Segundo Goldberg e Luna (2005, p. 25) o modelo PL “é básico para a compreensão de todos os outros modelos da Programação Matemática”. Um modelo de PL consiste em um modelo matemático de otimização, em geral envolve técnicas de modelagem matemática para otimizar um recurso limitado, maximizar ou minimizar a função linear (a função objetivo), visando encontrar a

melhor solução, ou seja, a solução ótima para o problema proposto, “cujo modelo pode ser representado por expressões lineares” (CHAVES, 2011, p. 61).

O modelo de PL contém três elementos básicos: **variáveis de decisão** (que buscamos determinar), **restrições** (recursos limitados que precisam ser respeitados) e **função objetivo** (que desejamos otimizar). Dessa forma, desenvolvemos um sistema linear de desigualdades e igualdades que denominamos de restrições do modelo, que são os recursos limitados que precisamos respeitar ou exigências que devem ser satisfeitas.

De forma prática, o primeiro passo para a construção de um modelo de Programação Linear é definir as variáveis de decisão, representadas por letras minúsculas e com índices como, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Com as variáveis de decisão escolhidas devemos identificar se o objetivo é maximizar ou minimizar a função objetivo linear e expressá-la como uma função dessas variáveis: $Z = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, expressa por: $Z = f(c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n)$, onde c_1, c_2, c_3 e c_n são parâmetros já conhecidos. “Evidentemente, nos programas lineares as variáveis de decisão estão sujeitas às limitações tecnológicas e/ou econômicas” (GOLDBARG; LUNA, 2005, p. 29). Ou seja, sujeitas às restrições, que também estão em função das variáveis de decisão. As restrições são expressas por inequações lineares, onde os parâmetros também são conhecidos.

Como as variáveis de decisão são desconhecidas, as mesmas são determinadas na solução do modelo (para problemas com duas variáveis podemos encontrar as variáveis de decisão pela solução gráfica). Mas, com o aumento das variáveis de decisão e restrições, fica inviável a solução gráfica e, dessa forma, é mais viável utilizar algum programa computacional. Neste trabalho nós usamos o LINDO² (Linear Interactive and Discrete Optimizer).

² Um programa de computador que pode ser usado para resolver problemas de programação linear inteira e quadrática, desenvolvido por Linus Schrage (1986).

Assim, as restrições representam as condições que limitam as variáveis de decisão e suas relações para assumirem valores factíveis. Já a função objetivo linear determina a medida de efetividade do sistema. E os parâmetros conhecidos representam variáveis controladas do sistema.

3. PROCIDEMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada com alunos do 2º ano do curso de Logística do Ensino Médio do Ifes/Campus Avançado Viana. A escolha da turma investigada ocorreu em função de que no 2º ano há uma disciplina técnica com o nome de “Armazenagem e Gestão de Estoque”, onde o ementário discute problemas de distribuição de cargas em pátios, armazéns, equipamentos e veículos transportadores de carga.

Para introduzir técnicas de PL na turma do 2º ano em curso de Logística, utilizamos quatro aulas. Na primeira aula, os alunos assistiram a um documentário exibido no “Canal Discovery” (The Secret World of Air Freight³), que relata o sistema de logística da empresa americana FedEx, segunda maior empresa de transporte aéreo do mundo. Após o documentário os alunos produziram uma resenha.

Figura 1. The Secret World of Air Freight



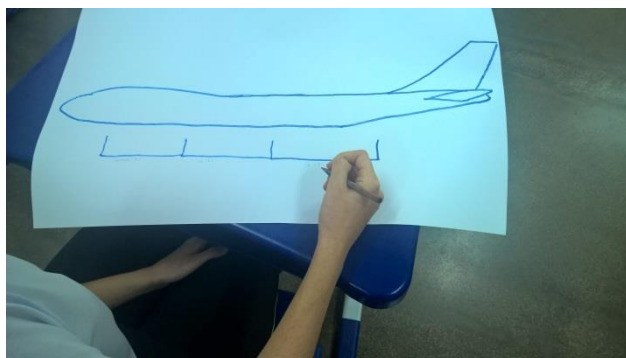
Fonte: Mauro (2013)

³ <https://www.youtube.com/watch?v=qa9ufwsOtSM>

Na segunda aula, apresentamos o vídeo “Introdução à Programação Linear⁴”, breve introdução da utilização de PL e histórico. Logo após, falamos sobre o que é “Programação Linear”, sua aplicação, mostramos um exemplo de problema de navio e exemplos de aeronaves.

Em seguida, apresentamos os dados do “Problema de Carregamento de Aviões” (adaptado de GOLDBARG; LUNA, 2005, p. 53) e dividimos a turma em grupos, depois entregamos uma cartolina para cada “líder” do grupo e pedimos para cada um desenhar um avião de transporte (figura 2).

Figura 2. Avião de Transporte



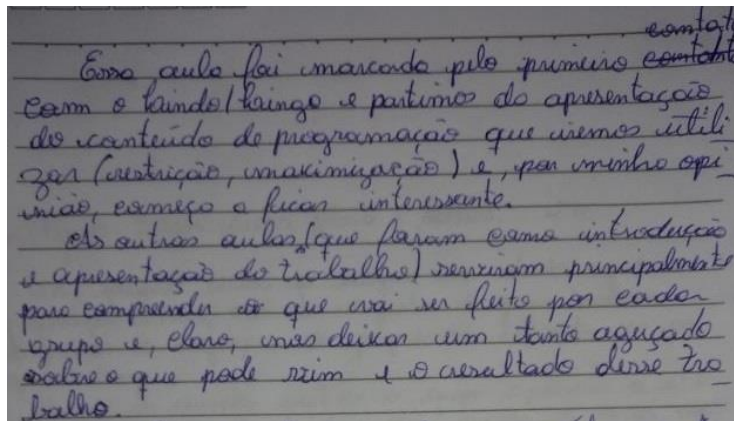
Fonte: autoria própria

Na terceira aula, iniciamos falando sobre a construção de modelo de PL, as variáveis de decisão (que buscamos determinar no modelo), a função objetivo (que desejamos otimizar), restrições (que precisamos respeitar) e sobre os métodos de soluções - gráfica e programas de computadores (software). Após essa parte inicial, nós entregamos o “Problema de Carregamento de Aviões” (adaptado de GOLDBARG; LUNA, 2005, p. 53) impresso para cada grupo e eles começaram a modelar o problema.

⁴ MACHADO, R. Introdução à Programação Linear. 13 dez. 2016. **YouTube**: Matemática e Ensino. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mjql5s_-xfQ>. Acesso em: 15 abr. 2017

Na quarta e última aula, nós levamos os alunos para o Laboratório de Informática do Instituto no intuito de encontrarem as variáveis de decisão por meio do programa computacional “Lindo”. Ao término de todo este trabalho, os alunos construíram um relatório (figura 3), abordando como foi trabalhar com PL.

Figura 3. Grupo 1

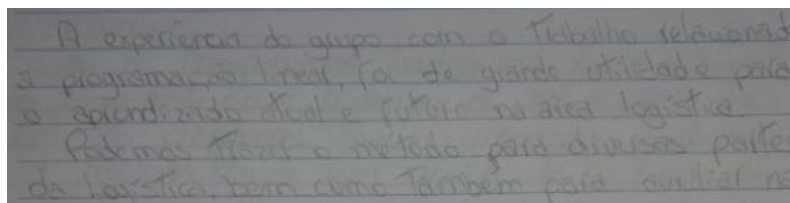


Fonte: produção dos alunos

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

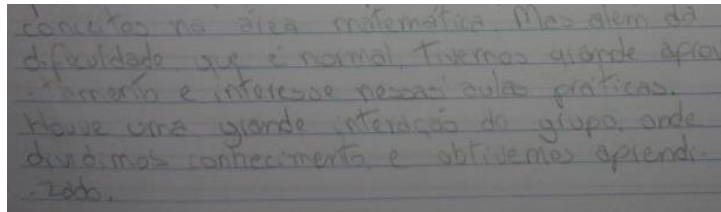
A proposta de Modelagem Matemática com PL, utilizando situação problema e software, constitui neste trabalho uma importante aliada no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Durante as aulas os alunos mostraram entusiasmo, interesse e comprometimento com a atividade proposta, conforme podemos verificar na fala dos próprios alunos (figura 3, 4 e 5).

Figura 4. Grupo 5.a



Fonte: produção dos alunos

Figura 5. Grupo 5.b



Fonte: produção dos alunos

O uso das produções audiovisuais, a divisão da turma em grupos e solicitação para que os alunos desenhassem um avião de transporte de carga, fizeram com que houvesse mais interesse e motivação dos alunos com o tema trabalhando. A atividade de PL apresentada por meio de uma situação problema, vivenciada na vida real por empresas do setor de transporte aéreo, permitiu um dinamismo no ensino e um sentido maior do curso de logística na vida daqueles estudantes.

Com inclusão de software (programa computacional “Lindo”), os alunos puderam utilizar um recurso tecnológico na construção de seus conhecimentos e verificar se os cálculos realizados em sala de aula estavam corretos.

Destarte, este trabalho permitiu a inclusão e novos olhares sobre metodologias inovadoras no processo educativo. A partir da fala dos próprios alunos, foi possível verificar o quanto se vale quando o professor não se limita apenas a aulas expositivas, aos recursos de quadro e pincel, mas busca alternativas e novos recursos.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo introduzir técnicas de Programação Linear (PL) em uma turma do 2º ano do Ensino Médio do curso de Logística. Para tal fim apresentamos vídeos, que abordam o assunto de logística de aeronaves e PL, lecionamos uma aula inicial sobre o que é PL, sua aplicação e como construir um modelo de PL. Após essa parte inicial, os alunos modelaram o **“Problema de Carregamento de Aviões”** (adaptado de GOLDBARG; LUNA,

2005, p. 53), e encontraram a solução das variáveis de decisão por meio do software “Lindo”.

Logo, as análises possibilitaram perceber que o uso de modelagem por meio de PL potencializa as situações de aprendizagens e favorece o uso de software em sala de aula, permitindo apresentar uma matemática interessante para os alunos (conforme os mesmos escreveram no relatório final), e, dessa forma, promove a aprendizagem participativa dos alunos na construção dos seus conhecimentos.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2009.

CHAVES, V. H. C. **Perspectiva histórica da Pesquisa Operacional**. São Paulo. Unesp. 2011. 117p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro, São Paulo, 2011.

GODBARG, M. C.; LUNA, H. P. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

MAURO, N. Carga Aérea. 16 set. 2013. **YouTube**: Nelson Mauro. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qa9ufwsOtSM>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.