

PROGRAMAÇÃO LINEAR COM O USO DO EXCEL E DO SOLVER: UMA ABORDAGEM APLICADA NO ENSINO MÉDIO

Valderedo Sedano Fontana¹

Vanessa Battestin Nunes²

Jane Maria da Silva³

RESUMO

A ideia deste trabalho foi aplicar uma atividade utilizando Programação Linear (PL) utilizada no Ensino Médio, em uma turma de 3ª série do Ensino Médio Integrado – curso Técnico em Logística. Julgamos que este é um conteúdo que possibilita de forma contextualizada, a utilização da ferramenta Excel, mais precisamente da opção, Solver, deste aplicativo. O experimento tem por objetivo demonstrar a importância das técnicas de resolução de problemas que envolvem recursos produtivos, uma vez que os alunos de Educação Profissional precisam conhecer tais técnicas e sua utilização dentro das empresas. A Programação Linear envolve técnicas de Modelagem Matemática desenvolvidas para otimizar o uso de recursos limitados. É aplicada com sucesso em diversas áreas como a militar, indústria, agricultura, transportes, economia, sistemas de saúde, ciências sociais e comportamentais. No curso técnico em logística, integrado ao ensino médio, os alunos têm a oportunidade de estudar sobre diversos problemas que ocorrem nas atividades que contemplam a área da logística, onde a maioria dos problemas que ocorrem são de restrição de recursos, sejam eles, materiais ou não. Nesta perspectiva, identificamos a oportunidade de trazer para a sala de aula a resolução de problemas logísticos com o uso da Programação Linear utilizando a ferramenta Solver do Excel.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Programação Linear; Excel; Solver.

¹Mestre em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional. Professor Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, valderedo@gmail.com

²Doutora em educação. Mestre em Informática. Bacharel em Ciência da Computação (UFES). Professora do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Diretora do Centro de Referência de Formação à Distância (CEFOR / IFES), vanessa@ifes.edu.br

³Mestranda em Educação em Ciências e Matemática. Especialista em Educação Profissional e Tecnológica. Especialista em Educação Matemática (UFES). Licenciando em Informática (IFES). Licenciada em Matemática (Claretiano Rede de Educação). Bacharel em Administração de Empresas (Estácio de Sá de Belo Horizonte) prof.janesilva12@gmail.com

ABSTRACT

The idea of this work was to apply an activity using Linear Programming (PL) used in High School, in a 3rd grade group of Integrated High School - Technical Course in Logistics. We think that this is a content that allows in a contextualized way, the use of the Excel tool, more precisely the option, Solver, of this application. The aim of the experiment is to demonstrate the importance of problem solving techniques involving productive resources, since the students of Professional Education need to know these techniques and their use within companies. Linear Programming involves Mathematical Modeling techniques developed to optimize the use of limited resources. It is applied successfully in several areas such as military, industry, agriculture, transport, economics, health systems, social sciences and behavioral. In the technical course in logistics, integrated to the high school, students have the opportunity to study about several problems that occur in the activities that include the logistics area, where most of the problems that occur are resource constraints, be they materials or do not. From this perspective, we have identified the opportunity to bring to the classroom the solution of logistic problems with the use of Linear Programming using the Excel Solver tool.

Keywords: Mathematical Modeling; Linear Programming; Excel; Solver

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a educação brasileira vem enfrentado reformulações curriculares constantes que sinalizam com as mais variadas propostas pedagógicas para a sala de aula, buscando considerar processos cognitivos, afetivos, motivacionais e metodológicos e nesse contexto insere-se a Educação Matemática, cujos professores estão buscando mudar suas rotinas curriculares em prol da melhoria no processo de aprendizagem de seus alunos.

O processo de ensino e aprendizagem de Matemática é complexo, principalmente na escola pública, pois abarca uma enorme quantidade de conteúdos que muitas vezes o professor não consegue abordar na íntegra durante o ano letivo.

Tentando minimizar esses efeitos, os professores têm buscado a cada dia novas ferramentas para auxiliá-los no processo de ensino de matemática, principalmente, as

tecnologias educativas que trazem grandes contribuições para o processo de aprendizagem dessa disciplina.

D'Ambrósio (2005) ressalta que a disciplina de matemática é uma estratégia desenvolvida pela espécie humana para explicar, entender, manejar e conviver com a realidade, dentro de um contexto natural e cultural. Dessa forma, ensinar matemática é muito mais que ensinar um conjunto de conteúdos matemáticos, é principalmente, proporcionar aos educandos conceitos mais finos e rigorosos necessários não só para a compreensão do mundo da matemática, mas, também, o domínio de um conjunto de habilidades que os ajudarão no desempenho profissional e na vida em sociedade.

Nessa perspectiva, metodologias de ensino que privilegiem uma aprendizagem pautada na pesquisa, interação e socialização dos conhecimentos construídos estão sendo trabalhadas por grande parte dos professores em sala de aula. As metodologias de ensino são inúmeras, especialmente com o advento da internet e a disseminação das tecnologias da informação e comunicação (TIC), cabe ao professor buscar conhecer a realidade de seus alunos para definir a melhor metodologia que o ajudará a obter sucesso nessa empreitada.

Muitos pesquisadores vêm desenvolvendo trabalhos sobre a importância da informática na educação e sobre o uso de tecnologias educacionais no processo de ensino, principalmente em conteúdos de Matemática. Muito tem se discutido sobre o uso de softwares educativos e de outras tecnologias educacionais em atividades escolares e, sobretudo, sua eficácia e qualidade na tarefa de conduzir e orientar a aprendizagem dos alunos.

Por tecnologias educacionais entendemos o uso da informática, do computador, da internet, da hipermídia e da multimídia, das ferramentas para educação à distância, dos softwares livres para uso educacional, e diversos outros recursos e linguagem educacional de que dispomos atualmente e que podem de alguma forma contribuir significativamente para tornar o processo de ensino – aprendizagem mais eficiente e de qualidade.

Graças aos computadores e outros instrumentos eletrônicos, as formas de ensinar e de aprender estão passando por profundas mudanças, e isso provoca uma revolução nas relações escolares entre professor e aluno. Segundo MORAN (2000), as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de sala de aula, de espaço e tempo, e com isso possibilitar um processo de ensino – aprendizagem, mais integrado e prazeroso, para alunos e professores.

Desta forma a atividade proposta tem por objetivo propiciar aos alunos do ensino médio do curso técnico em logística conhecer a modelagem matemática e a aplicação de soluções computacionais para problemas de restrição de recursos produtivos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Várias tendências em Educação Matemática têm emergido nas últimas décadas. Sobretudo, a Modelagem Matemática tem sido fortemente recomendada por especialistas em processos de ensino e aprendizagem que não enfatizem somente questões do conhecimento matemático.

Segundo Bassanezi (2013), a modelagem matemática pode ser encarada tanto como um método de pesquisa científica quanto uma estratégia de ensino-aprendizagem. Neste sentido, a modelagem matemática passa a ser um instrumento poderoso, uma vez que permite lidar de forma objetiva com problemas do mundo real.

D'Ambrosio (1986) destaca a importância de que, durante a modelagem, ocorra a aprendizagem de conceitos e técnicas do conteúdo estudado, de modo que o objeto de estudo em si possa contribuir como um agente motivacional para a aprendizagem.

A resolução de problemas é uma metodologia de ensino de Matemática muito eficiente, pois proporciona aos alunos e professores uma mobilização de saberes que serão necessários para a busca de uma solução. E nessa busca o aluno aprende a desenvolver estratégias, o raciocínio lógico, e verificar se suas proposições de solução são realmente válidas, dessa forma colaborando para o amadurecimento de suas estruturas cognitivas e favorecendo a aprendizagem.

A estrutura proposta por Polya (1978) e seguida por Dante (1998) começa com o entendimento do que é “um problema”. Para o segundo autor, um problema “é qualquer situação que exija o pensar do indivíduo para solucioná-lo”. Dante (1998).

Para Polya (1978), “ter um problema significa buscar conscientemente por alguma ação apropriada para atingir um objetivo claramente definido, mas não imediatamente atingível”.

Os problemas, “estimulam a curiosidade”, “despertam o gosto pelo trabalho mental”, “fazem os alunos pensarem produtivamente”, “aprimoram o raciocínio matemático” e “motivam a aprendizagem de novos conteúdos”. Nessa perspectiva trabalhar com problemas de Programação Linear utilizando o Excel, nos possibilita levar o aluno a pensar, criar estratégias e encontrar as melhores soluções para as situações propostas.

A Programação Linear ou, PL, é uma técnica de planejamento, que visa à otimização de problemas em que se têm diversas opções de escolhas, sujeitas a algum tipo de restrição, ou seja, consiste em encontrar a melhor solução para um dado problema. Na Modelagem de Programação Linear, devem ser estabelecidos:

- i) as variáveis do problema, ou seja, aquilo que se pode controlar e que se deseja saber exatamente o valor;
- ii) a função objetivo, sempre que se deseja maximizar ou minimizar determinado objetivo, expresso em função das variáveis do problema;
- iii) as restrições, que também são expressas em função das variáveis do problema e limitam as combinações das variáveis a determinados limites;

A PL é uma disciplina da Pesquisa Operacional (*Operathions Research*), termo que foi empregado pela primeira vez por volta da década de 1930, na Inglaterra, referindo-se ao estudo sistemático de problemas estratégicos e táticos decorrentes de operações militares.

Em 1936, o economista russo naturalizado estadunidense, *Wassily Wassilyovitch Leontief* (1905-1999), criou um modelo constituído por um conjunto de equações

lineares, considerado como o primeiro passo para o estabelecimento das técnicas de Programação Linear. Ele recebeu o Prêmio Nobel de Economia em 1973, pelo desenvolvimento da matriz de insumo-produto (input-output), conhecida como a “Matriz de Leontief”, e sua aplicação à Economia.

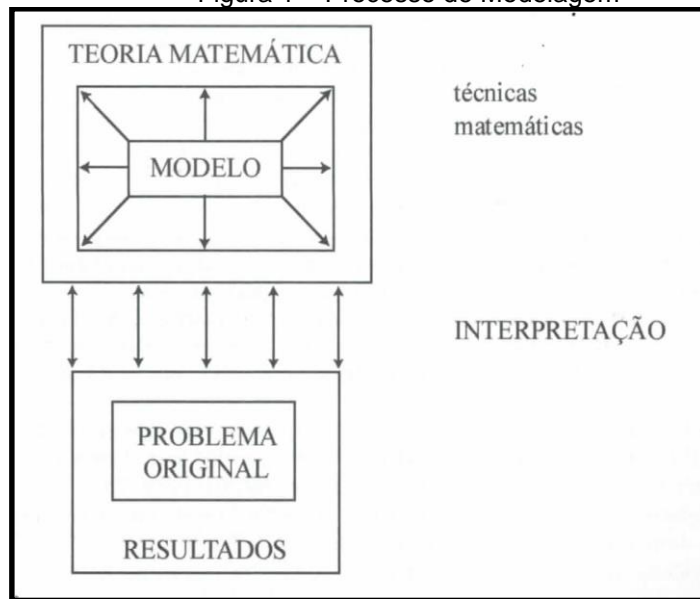
Em 1939, o matemático e economista russo, *Leonid Vitaliyevich Kantorovich* (1912-1986), publicou um trabalho sobre planejamento da produção, o qual apresentava dentre diversas abordagens, o uso de equações lineares; trabalho este, que veio a ser conhecido pelo Ocidente somente em 1960. Por sua teoria e desenvolvimento de técnicas para a alocação ótima de recursos, ele é considerado o fundador da Programação Linear. E, em 1975, foi agraciado com o Prêmio Nobel de Economia, pela contribuição à teoria da utilização ótima de recursos.

Em 1940, *Frank Lauren Hitchcock* (1875-1957), matemático e físico norte-americano, apresentou uma abordagem ao problema de transporte. Finalmente, em 1947, o matemático e físico norte-americano, *George Bernard Dantzig* (1914-2005), consolidou essa abordagem de planejamento com o desenvolvimento do Método Simplex, capaz de resolver qualquer problema de Programação Linear, ou pelo menos a maioria deles. Autor formal do “problema de transporte”, também, elaborou a teoria e a sua resolução computacional baseada no Método Simplex e, é considerado o “Pai da Programação Linear”.

A Programação Linear é muito utilizada em diversas áreas para a resolução de problemas, tais como: de dosagem (fabricação de adubos, ligas metálicas, petróleo, entre outros); de transporte; de investimentos financeiros.

Para Bassanezi (2013), a modelagem matemática consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. Segundo o autor a modelagem transpõe um problema de alguma realidade para a Matemática onde será tratado através de teorias e técnicas próprias desta Ciência; pela mesma via de interpretação, no sentido contrário, obtém-se o resultado dos estudos na linguagem original do problema. Esquemáticamente, Bassanezi (2013) representa este processo com o diagrama da Figura 1 a seguir:

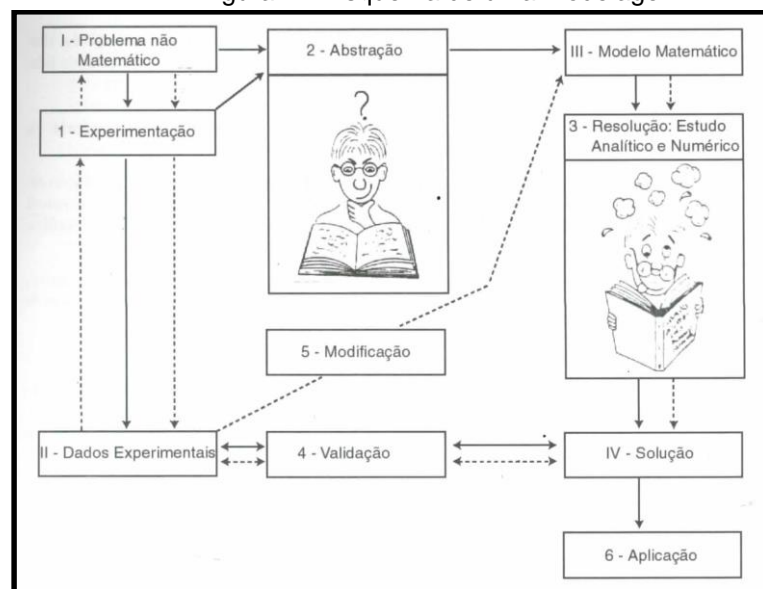
Figura 1 – Processo de Modelagem



Fonte: BASSANEZI, 2013.

A modelagem matemática de uma situação ou problema real deve seguir uma sequência de etapas apresentadas a seguir:

Figura 2 – Esquema de uma modelagem



Fonte: BASSANEZI, 2013

As atividades de modelagem características de cada etapa passam por: 1- Experimentação; 2- Abstração; 3- Resolução; 4- Validação; 5- Modificação.

Um dos principais métodos para a resolução de problemas de Programação Linear é o método Simplex, desenvolvido por *George Bernard Dantzig* na década de 1940. Existem também outros métodos para a resolução de problemas de Programação Linear, entre eles o método Gráfico, que será nosso objeto de estudo, visto que, este pode ser perfeitamente transportado para o aplicativo Excel e utilizado o recurso do Solver desta ferramenta. A aplicação desse método na resolução de problemas de PL é limitada a alguns tipos de problemas mais elementares.

Conforme o manual do usuário do Office 2003, o Solver faz parte de um conjunto de programas, que geralmente são chamados de ferramentas de análise hipotética, ou seja, uma ferramenta que possibilita encontrar um valor ideal (otimizado) para uma determinada equação. Para resolver problemas lineares e de números inteiros, o Solver utiliza o algoritmo Simplex com limites sobre as variáveis e o método de desvio e limite.

3. METODOLOGIA

Esse artigo científico descreve o desenvolvimento uma atividade de Modelagem Matemática, abordando o conteúdo de Programação Linear. Esta atividade foi desenvolvida por professores de disciplinas técnicas juntamente aos alunos do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional - Curso de Logística.

A atividade baseou-se no estudo de um problema proposto por Dias et. al (2015) apresentado no VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção. Para a escrita do artigo foram realizadas pesquisas através de revisão bibliográfica sobre o tema Programação Linear e sua aplicação no Ensino Médio, em dissertações de mestrado e teses de doutorado, bem como artigos científicos sobre o tema e internet.

Este estudo caracteriza-se como sendo uma pesquisa exploratória, devido ao fato de possibilitar uma maior familiaridade com o problema, com o intuito de torná-lo mais visível ou de construir hipóteses. Nesse tipo de estudo, a coleta de dados pode ocorrer através de um levantamento bibliográfico e da análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2010).

A atividade se dividiu em quatro etapas que serão relatadas na sequência didática descrita neste artigo: Aula introdutória; Exemplos de problemas para resolução como forma de fixar o conteúdo; Proposição e modelagem do problema; Discussão sobre a atividade e benefícios para a aprendizagem;

Uma sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da sequência são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, entre outros.

Assim o tema será tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofunde e se aproprie dos temas desenvolvidos. Segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...] (ZABALA,1998 p.18)

Nesta perspectiva, a utilização da Teoria das Situações Didáticas compreende-se a sequência didática como uma articulação em situações didáticas e situações cujo âmbito de ensinar não é revelado ao aluno, no entanto é concebido pelo professor com objetivo de criar condições favoráveis para a aquisição de um novo saber, visando criar um meio adequado ao desenvolvimento onde o aluno interage com o objeto de pesquisa de forma que o desafie a encontrar respostas para as situações problemas.

As sequências didáticas (SD) contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que progressivamente novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto, conforme Brasil (2012, p. 20). Conforme orienta Brasil (2012)

as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p-21).

3.1 Sequência Didática para o Ensino de Programação Linear

3.1.1 Aula introdutória

Foi realizada uma aula introdutória, abordando os conceitos de Modelagem Matemática, Resolução de Problemas, Programação Linear e sua utilização no campo gerencial (foco do curso técnico em logística). Para contextualizar o conteúdo apresentado, foram feitos alguns exercícios básicos para que os alunos aprendessem a identificar quais são as variáveis presentes nos problemas (dados, variáveis de decisão, função objetivo e restrições).

Após a aula conceitual que está detalhada na sequência didática, foi realizada também uma aula de revisão sobre os principais comandos e fórmulas do Excel e da ferramenta Solver, que será utilizada na aplicação da atividade proposta.

3.1.2 Resolução de Exercícios – para contextualização

Após a realização da aula conceitual, momento no qual foram apresentados aos alunos os principais conceitos de Programação Linear e sua utilização na resolução de problemas de gestão de recursos produtivos, os alunos foram apresentados a alguns problemas de restrição de recursos, como forma de identificarem as variáveis que estão envolvidas em problemas de PL.

Os referidos problemas foram extraídos do material disponibilizado pelo professor Luiz Leduino de Salles Neto da Universidade Federal Fluminense, em seu site. Os problemas desenvolvidos pelo autor tinham o objetivo de resolução geométrica. Porém, fizemos o uso dos mesmos apenas como exemplos, para identificação dos

dados que estavam presentes em cada uma das situações, e que poderiam ser modeladas através da Programação Linear e do Excel.

Figura 3 – Problema 1 - do Vendedor no Semáforo -

Problema do Vendedor no Semáforo

João pretende vender refrigerantes, água e cerveja nos semáforos de São Paulo. Ele tem uma caixa de isopor que suporta 15 kg. Supondo que ele venda tudo que leve na caixa, com base na tabela 2, quantas garrafas de água, latas de cerveja e de refrigerante ele deve levar para obter lucro máximo?

	Cerveja	Refrigerante	Água
Peso (gramas)	400	390	550
Lucro (R\$)	0,50	0,40	0,60

Fonte: NETO, 2006.

Figura 4 – Problema 2 – Problema do Sítio

1.6. **Problema do Sítio.** Após anos de economia, em busca de uma vida mais tranqüila João resolve comprar uma pequena fazenda de 45 hectares para plantar milho e feijão. Cada hectare de milho gera um lucro de R\$200,00 e cada hectare de feijão retorna R\$300,00 de lucro. O número de empregados e fertilizantes necessários para cada hectare são descritos na tabela 3. Considerando que João pode contar com 100 empregados e 120 toneladas de fertilizantes, como ele pode maximizar seu lucro?

	Milho	Feijão
Empregados	3	2
Fertilizantes	2 ton	4 ton

Fonte: NETO, 2006.

Figura 5 – Problema 3 – Problema da Ração

1.7. **Problema da Ração.** Após alguns anos de experiência, João decide investir na criação de galinhas. Para obter um bom rendimento, deseja minimizar o custo da ração composta por milho (M) e farelo de soja (FS), que custam respectivamente R\$0.26 e R\$0.32 o quilo. A ração deve ter no mínimo 0.34 kg de proteína e 2.64 kg de carboidratos. Cada quilo de milho contém 0.07 kg de proteína e 0.82 kg de carboidratos, cada quilo de farelo de soja contém 0,21 kg de proteína e 0,79 kg de carboidratos. Como deve ser a composição da ração para que João atinja seu objetivo?

Fonte: NETO, 2006.

Estes três problemas foram apresentados aos alunos para que eles identificassem as variáveis que compõem cada um dos problemas. Nosso objetivo nesta etapa não é apresentar a resolução dos mesmos, mas realizar a identificação de cada componente do problema e como este pode ser tratado pela Programação Linear.

3.1.3 Problema para modelagem

O problema escolhido para ser resolvido com os alunos, foi apresentado no VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção, realizado no ano de 2015, que aborda um estudo de caso que apresenta um problema de produção e armazenamento em uma fábrica de água mineral com duas filiais, e três depósitos para armazenamento.

O problema proposto busca minimizar os custos totais envolvendo o transporte das duas fábricas para os três depósitos, uma vez que, cada uma apresenta um custo diferente.

Figura 6 – O Estudo de caso utilizado para a resolução de problema

4. Estudo de caso

4.1 Caracterização da empresa

A empresa objeto de estudo é responsável pelo recebimento, preparação, armazenamento e distribuição de água mineral. Atuante na região norte, está situada no município de Benevides onde está a mais de 10 anos. A empresa possui duas fábricas e três depósitos, denominados nesse estudo como F1 e F2 para fábrica um (01) e dois (02) respectivamente, e D1, D2 e D3, para os depósitos um (01), dois (02) e três (03), respectivamente. A gestão superior da empresa está empenhada em reduzir ao mínimo possível os custos de transporte dos produtos das fábricas para os depósitos.

4.2 Problemática

O estudo trabalhou com a problemática de problemas de transporte, o qual é um tipo especial de problemas de Programação Linear. Neste artigo serão determinadas as quantidades de caminhões que devem ser enviados de cada fábrica para cada depósito, de forma que o custo total seja minimizado.

Fonte: DIAS, et. al, 2015.

Figura 7– O Estudo de caso utilizado para a resolução de problema

4.3 Minimizações do custo total

A partir dos dados coletados na empresa, foi possível gerar na figura 1, em forma de matriz, a qual dispõe das informações referentes aos custos de remessa por caminhão, com carga total, para cada um dos trajetos, ou seja, na coluna um (01) e linha um (01) dispõe do custo que a empresa possui em enviar uma caminhão (com carga total), para o depósito um (01).

	Depósito 01	Depósito 02	Depósito 03
Fábrica 01	R\$ 475,00	R\$ 605,00	R\$ 405,00
Fábrica 02	R\$ 655,00	R\$ 745,00	R\$ 435,00

FIGURA 1 – Custo de remessa por caminhão, com carga total, para cada trajeto. Fonte: Dados básicos da empresa (2015).

Na figura 2, foram organizados os dados referentes à produção de cada fábrica e à capacidade de armazenagem de cada depósito, em números de caixas. As quantidades de caminhões a serem enviados em cada trajeto foram identificadas pela letra C, seguida de um índice em que o primeiro algarismo representa a fábrica e o segundo algarismo, o depósito. De acordo com a figura 2, observa-se que a capacidade de produção da Fábrica 01 e 02 equivalem a 180 e 120, respectivamente, e a capacidade de armazenagens dos depósitos 01, 02 e 03, equivalem a 120, 140 e 100, respectivamente.

Fonte: DIAS, et. al, 2015.

Figura 8 – O Estudo de caso utilizado para a resolução de problema

	Depósito 01	Depósito 02	Depósito 03	
Fábrica 01	C_{11}	C_{12}	C_{13}	180
Fábrica 02	C_{21}	C_{22}	C_{23}	120
	120	140	100	

FIGURA 2 – Produção das fábricas/Capacidade dos depósitos. Fonte: Dados básicos da empresa (2015).

É importante destacar, no quadro 2, que a empresa possui uma capacidade total de armazenagem dos depósitos de 360 unidades (120 + 140 + 100), o qual é superior à produção, de 300 caixas (180 + 120). Nesse caso, é importante ressaltar que se fosse empregado o método manual de cálculos para a resolução, seria necessário criar uma fábrica fictícia, com a finalidade de igualar as quantidades a serem distribuídas com as quantidades a serem alocadas nos depósitos. E por consequência, seria preciso atribuir o custo zero, para os trajetos a partir dessa fábrica hipotética, o que levaria as supostas unidades por ela transportadas, não interferirem na determinação da solução ótima do problema.

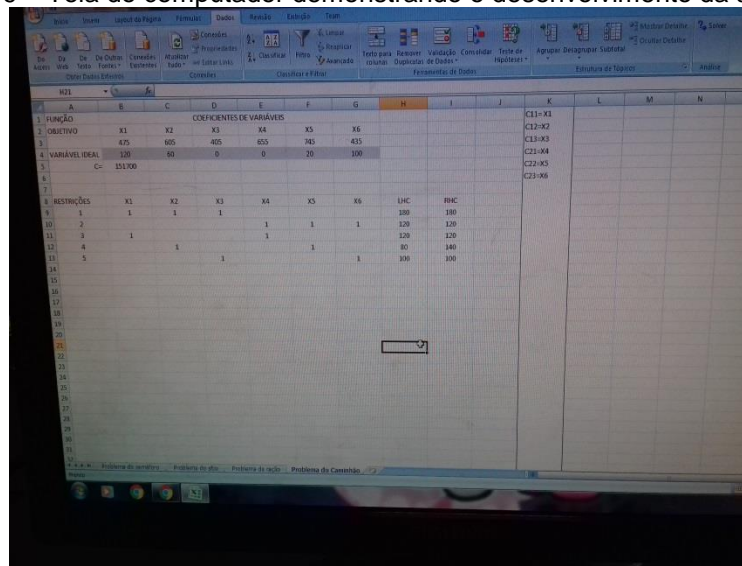
Fonte: DIAS, et. al, 2015.

4. A ATIVIDADE

Os alunos foram divididos em duplas e levados ao laboratório de informática para dar início à atividade. Eles primeiramente identificaram as variáveis que o problema apresenta, e neste momento alguns alunos apresentaram dúvidas em relação ao que seriam restrição e variáveis de decisão. Somente a função objetivo estava clara para eles, que identificaram que a empresa desejava reduzir os custos totais com transporte entre as fábricas e os depósitos. Fomos novamente para a exposição sobre os temas abordados, a fim de solucionarmos as dúvidas dos alunos.

Durante o desenvolvimento da atividade os alunos participaram ativamente buscando esclarecer suas dúvidas e pesquisando na internet por materiais escritos e vídeos que pudessem contribuir para a realização da proposta.

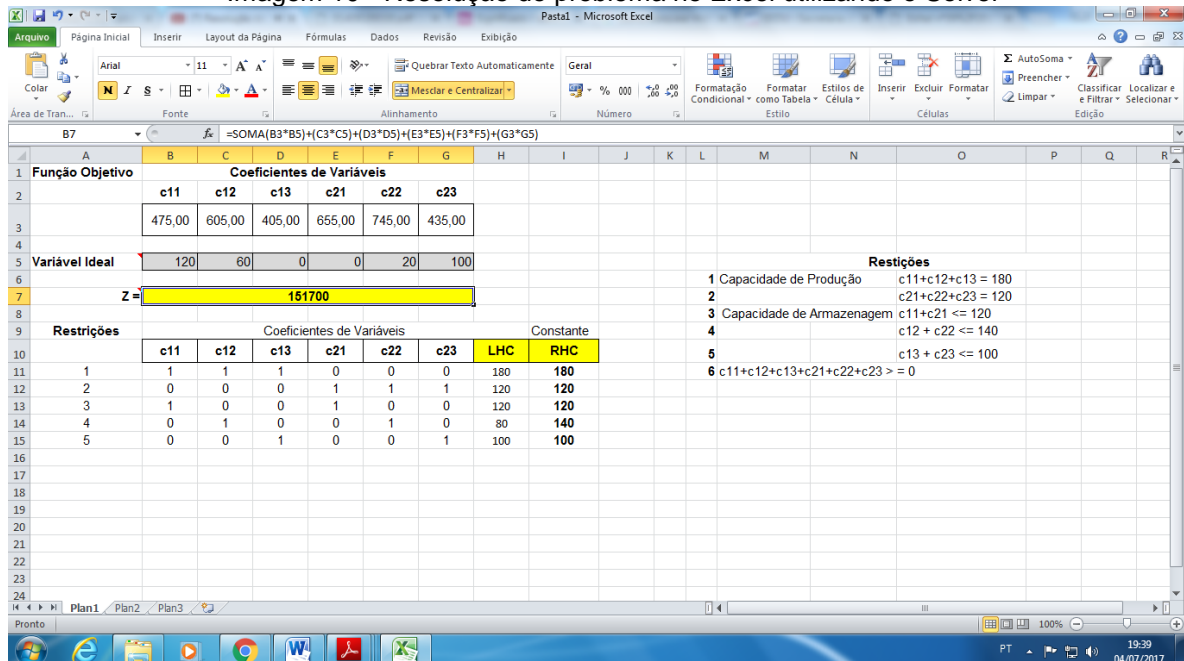
Figura 9 – Tela do computador demonstrando o desenvolvimento da atividade



Fonte: os autores

Após a identificação das variáveis que compõem o problema, os dados devem ser inseridos no programa Excel, e o problema solucionado através da ferramenta Solver, que é um complemento deste aplicativo.

Imagem 10 - Resolução do problema no Excel utilizando o Solver



Fonte: Os autores

5. RESULTADOS

Após a realização da atividade foi solicitado aos alunos que relatassem sobre a mesma, identificando as dificuldades e os desafios encontrados, bem como a experiência de estudar um tema que não está diretamente presente no currículo regular. Para os alunos, a proposta foi desafiadora, uma vez que eles nunca haviam ouvido falar em Modelagem Matemática ou Programação Linear. Segundo um dos alunos relatou:

“a maior dificuldade era interpretar as variáveis do problema”, “identificar elas é muito complicado professora” (transcrição da fala do aluno).

Segundo a aluna “M”:

“ela adorou descobrir uma nova ferramenta no Excel”, visto que, até o momento nenhuma das aulas de informática que ela já teve, informou sobre este complemento do software.

Em geral os alunos descreveram terem gostado muito da atividade proposta:

“é uma forma diferente de estudar matemática e aplicar ela nos problemas reais que podem existir na empresa, já que estamos fazendo curso técnico e podemos nos deparar com este tipo de problema para resolver!”

(descrição da fala dos alunos).

Acreditamos que atingimos ao objetivo proposto para esta atividade, tivemos a oportunidade de demonstrar aos alunos um conhecimento prático que certamente fará parte de sua realidade profissional, uma vez que, eles cursam o curso técnico em logística. Conhecimento esse possibilitado através da modelagem matemática.

6. CONCLUSÕES

Na atividade proposta a intenção era apresentar aos alunos do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Curso Técnico em Logística, uma ferramenta

utilizada pelas empresas para solucionar problemas de restrição de recursos ou de maximização de lucro. A programação Linear possibilita resolver problemas tanto de restrição quanto de lucratividade e o uso do Excel também possibilitou aos alunos se apropriarem de um novo conhecimento, visto que, nenhum deles havia ouvido falar em Solver (um complemento do Excel).

7 REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06** - Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012.

CAMARGO, Ramina Samoa Silva. **Introdução à Programação Linear no Ensino Médio utilizando a resolução Gráfica**. Universidade Federal do Amazonas. Disponível em: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4779> - Acesso em 13 de maio de 2017.

CRÓCOLI, Osmar. **Programação Linear: Uma abordagem para o Ensino Médio**. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <http://br.123dok.com/document/4zpn58vy-programacao-linear-uma-abordagem-para-o-ensino-medio.html> - Acesso em 16 de maio de 2017.

D' AMBROSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre Educação e Matemática**. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. Da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

D' AMBROSIO, U. Sociedade, Cultura, Matemática e seu Ensino. Educ. Pesquisa. vol.31 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005 – Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000100008> - Acesso em 10 de Maio de 2017.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1998.

DANTE, L. R. **Matemática, volume único**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

DIAS, Izamara Cristina Palheta. GONÇALVES, Marcelo Carneiro. SOUZA, Suelen Ramona de. PENHA, Vicente Honorato as Silva. **Problemas de transporte: um estudo de caso envolvendo a utilização da programação linear**. VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção. Disponível em: pfigshare-u-files.s3.amazonaws.com/2013104/Pster22.pdf – Acesso em: 09 de abril de 2017.

GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LYRA, Marcelo Simplício. **Uma proposta do Ensino de Programação Linear para o Ensino Médio**. Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/3883/2/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Marcelo%20Simpl%C3%ADcio%20de%20Lyra%20-%202014.pdf> – Acesso em 13 de Maio de 2017.

MESQUITA, Damião Carlos Amaral. **Resolução de Problemas de Programação Linear através do Solver, no Excel**. Vídeo aula, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KunPQw5szeY> – Acesso em abril de 2017.

MORAN, José Manuel. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. 13ª Ed. Campinas: Papyrus, 2000.

NETO, Luiz Leduino de Salles. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Universidade Federal Fluminense, 2006, (Site do autor). Disponível em: <http://www.professores.uff.br/leduino> - acesso em 15 de maio de 2017.

SILVA, E. M.; SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional para os cursos de Administração e Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa –Porto Alegre: ArtMed, 1998.