

PROPOSIÇÃO DE APLICAÇÃO DE JOGOS PARA O ENSINO DA ROTEIRIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE VEÍCULOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

Márcio Alexandre Lopes Júnior – marcio.lopesjunior@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico de Joinville – Departamento de
Engenharias da Mobilidade

Rua Dona Francisca, 8300 – Distrito Industrial – Bloco U

89.219-600 – Joinville – SC

Janaína Renata Garcia – janaina.garcia@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico de Joinville – Departamento de
Engenharias da Mobilidade

Rua Dona Francisca, 8300 – Distrito Industrial – Bloco U

89.219-600 – Joinville – SC

Elisete Santos da Silva Zagheni – elisete.zagheni@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico de Joinville – Departamento de
Engenharias da Mobilidade

Rua Dona Francisca, 8300 – Distrito Industrial – Bloco U

89.219-600 – Joinville – SC

Tatiana Renata Garcia – tatiana.garcia@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico de Joinville – Departamento de
Engenharias da Mobilidade

Rua Dona Francisca, 8300 – Distrito Industrial – Bloco U

89.219-600 – Joinville – SC

Resumo: *O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de atividade de ensino e aprendizagem voltada para o tema roteirização e programação de veículos. Esse tema está inserido em um projeto chamado Desenvolvimento de Jogos para o Ensino de Gestão da Produção e Operações que propõe desenvolver jogos e atividades voltadas ao ensino e aprendizagem. A proposta de atividade quanto a roteirização e programação de veículos está direcionada para a criação de um jogo que, por meio de simulação, apresenta problemas reais e busca desenvolver habilidades que melhorem a qualificação dos estudantes de graduação e futuros profissionais. Somado a isso ainda se espera incentivar estudantes do ensino médio (em forma de extensão) a buscar a formação em uma das áreas relacionadas ao projeto. A atividade proposta conta com uma breve introdução ao tema roteirização, além da aplicação de conceitos voltados para a logística, matemática, lógica, programação e trabalho em equipe. Ainda é necessário cumprir algumas etapas do projeto para que a oficina seja aplicável de forma completa, juntamente com turmas de estudantes de graduação e ensino médio (em forma de extensão), além de coletar os dados referentes ao impacto que a atividade deverá proporcionar.*

Palavras-chave: Jogos. Gestão da Produção e Operações. Roteirização.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com as mudanças tecnológicas e organizacionais, verifica-se uma maior exigência quanto a qualificação dos profissionais. Essas mudanças determinam o surgimento de novos perfis e requisitos para o mercado de trabalho em geral. Associado a isso, há clientes mais exigentes em relação a qualidade, variedade e rapidez no momento de adquirir seus produtos, tornando-se fundamental que todos os envolvidos nos processos de tomada de decisão estejam preparados para atuar em ambientes competitivos, onde erros podem acarretar em grandes prejuízos.

As organizações, em âmbito nacional e internacional têm procurado por profissionais que possuam as habilidades, competências e atitudes que atendam as expectativas de um mundo globalizado e competitivo. Desse modo, alguns currículos de Instituições de Ensino Superior (IES) estão conseguindo desenvolver tais características nos futuros egressos por meio de estratégias de ensino diversas, inseridas em algumas disciplinas básicas, instrumentais e profissionalizantes, com diferentes experiências de ensino e aprendizagem.

Um dos métodos utilizados para a preparação de estudantes e futuros gestores são jogos interativos ou atividades práticas voltadas a resolução de problemas encontrados nas organizações. A utilização de métodos para simular soluções para problemas reais possibilita que se tenha uma maior amplitude de opções para a resolução dos problemas, testando diversas soluções sem acarretar prejuízos financeiros. Ao mesmo tempo em que prepara futuros profissionais para os mais diversos problemas, estes métodos podem servir como incentivo a estudantes do ensino médio a seguir formação acadêmica, simulando problemas voltados as mais diversas áreas.

É nesse contexto que o projeto Desenvolvimento de Jogos para o Ensino de Gestão da Produção e Operações é desenvolvido, buscando apresentar de forma prática e simples os principais conceitos relacionados à gestão de produção e operações. O projeto, tem por objetivo estimular o interesse dos estudantes universitários bem como do ensino médio (em formato de extensão) para a aplicação da gestão da produção e operações na resolução de problemas nos mais diversos ramos da indústria, além de demonstrar como a engenharia está inserida na busca de soluções para os problemas operacionais e de gestão nas cadeias produtivas. Assim, se faz necessário estudar e desenvolver meios que aproximam os estudantes ao tema proposto, buscando caminhos que possibilitem a melhora no desempenho acadêmico e absorção do conteúdo proposto. Além disso, o projeto busca apresentar, através de uma linguagem simplificada, conceitos das mais diversas áreas como logística, programação, lógica, matemática, entre outros. No âmbito da logística e da programação inserem-se temáticas específicas como por exemplo, roteirização de veículos.

Deste modo, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma proposta de atividade de ensino e aprendizagem voltada ao tema roteirização. Esse tema está ligado diretamente ao cotidiano de alguns estudantes em seus deslocamentos, e vem possibilitar o desenvolvimento de diversos exemplos práticos. Como forma de incentivo a participação, são utilizados alguns recursos voltados a inclusão dos estudantes nas mais diversas tecnologias existentes. Dentre esses recursos está a utilização do kit LEGO® MINDSTORM® EV3, o qual possibilita representar a existência de sistemas autônomos, incluindo o fator tecnologia ao aprendizado, tendo em vista que sistemas autônomos são vistos como o futuro dos meios de transporte (BIESEK, 2016).

Metodologicamente, este artigo é resultado de uma pesquisa exploratória e descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa.

Para apresentação da atividade, torna-se necessária uma introdução e contextualização do tema, e posteriormente o encaminhamento das etapas para a realização do projeto, conforme as seções seguintes.

2 DISTRIBUIÇÃO FÍSICA E ROTEIRIZAÇÃO

O planejamento de sistemas de distribuição física de produtos se torna cada vez mais um dos principais desafios para a área de transporte, devido à complexidade matemática das soluções dos problemas e pelas decisões tomadas. Conforme Naruo (2003), as decisões de transportes e de distribuição física em geral se expressam em uma variedade de formas; entre as principais, estão a roteirização e a programação de veículos. A partir de um sistema já dimensionado, com demanda, ofertas e os recursos necessários conhecidos, a roteirização e programação de veículos apresentam enfoque altamente operacional, em que a busca por melhores trajetos se torna um problema diário de decisão (ENOMOTO; LIMA, 2007).

A distribuição física é entendida como processos operacionais e de controle que permitem transferir os produtos desde o ponto de fabricação, até o ponto em que a mercadoria é finalmente entregue ao consumidor final. O objetivo geral da distribuição física é levar os produtos certos, para os lugares certos, no momento certo e com o nível de serviço desejado, pelo menor custo possível (NOVAES, 2007).

Segundo Ballou (2006), a movimentação de carga absorve dois terços dos custos logísticos totais, o que torna a movimentação de carga um dos componentes vitais do projeto e gerenciamento dos sistemas logísticos.

Na distribuição física, por meio do modo rodoviário são utilizadas duas formas de transporte, a lotação completa utilizando-se de um carregamento completo com certo lote de remessa e a carga fracionada, que se caracteriza por compartilhar a capacidade do veículo com a carga de dois ou mais embarcadores (NOVAES, 2007).

Já, a roteirização é o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou sequência de paradas/entregas a serem cumpridos por veículos de uma frota, tendo por objetivo utilizar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. A roteirização pode ser caracterizada por n clientes (representados numa rede de transportes por nós ou arcos) que deverão ser servidos por uma frota de veículos, sem apresentarem restrições ou a ordem em que deverão ser atendidos (CUNHA, 2000).

2.1 Importância do roteiro de paradas/entregas

Para desenvolver um roteiro de paradas/entregas eficiente e que garanta custos menores de transporte, é necessário analisar alguns critérios, o quais são fatores que influenciam diretamente o custo final do transporte. Podem-se listar a distância percorrida, o tipo de veículo utilizado, a quantidade de pessoas envolvidas durante toda as etapas de movimentação da carga, o tempo necessário para transportar a carga, entre outras.

Desenvolver um roteiro de paradas/entregas diariamente acaba agregando mais valor ao preço final do produto, sendo assim, cabe aos gestores logísticos automatizar o roteiro de entregas, proporcionando uma redução dos custos operacionais, maior produtividade da equipe e maior eficiência no processo de entrega.

Outro benefício é a padronização dos processos, reduzindo assim os riscos e minimizando a chance de erros como desvios de rotas, entregas erradas ou qualquer outro imprevisto que possa acontecer no transporte.

Realizar um roteiro de entregas planejado é um dos principais caminhos para otimizar o sistema logístico de uma empresa, principalmente quando o objetivo é a redução de custos. Com o apoio da tecnologia, é possível obter resultados ainda mais eficientes, minimizando as margens de erro, evitando gastos não planejados e aumentando a satisfação da equipe e de seus clientes (PATHFIND, 2018).

2.2 Problema do Caixeiro Viajante (TSP)

O Problema do Caixeiro Viajante, do inglês Traveling Salesman Problem -TSP, é um exemplo simples e bastante utilizado para aprendizado de conceitos de roteirização e programação de veículos. O problema consiste em um viajante que necessita passar por n cidades diferentes, iniciando e encerrando sua viagem no primeiro nó, sem passar duas vezes pela mesma cidade. Todas as cidades que são visitadas são interligadas por estradas, sendo possível criar diversas rotas para visitar todas as cidades. Para a determinação de uma rota ótima, é necessário que as arestas apresentem um valor definido, sendo possível analisar os custos de movimentação ou até mesmo as distâncias percorridas. Sem a definição de um item a ser melhorado, a definição de uma rota ótima não é aplicável.

Segundo Tauffer & Pereira (2011), uma forma de resolução do problema consiste em enumerar todas as soluções possíveis e determinar a que melhor atende as necessidades do viajante. Com o auxílio do computador é possível realizar um cálculo do comprimento da rota ou do custo necessário para realizar o trajeto e definir a melhor rota a ser seguida. Para determinar o número de total de rotas possíveis pode-se utilizar o raciocínio combinatório simples e clássico. Sabendo o número de cidades e que o ponto de partida é fixo, percebe-se que o número total de escolhas possíveis é $(n-1)(n-2)\dots 1$, e utilizando a notação fatorial tem-se $(n-1)!$ Caminhos possíveis para serem percorridos.

Para uma melhor compreensão do problema, é possível desenvolver um exemplo, considerando $n=4$ e denominando as cidades como A, B, C e D. Tomando-se a cidade A como ponto de partida é possível realizar a rota ABCDA, porém, como citado anteriormente, existem diversas outras rotas possíveis e através do cálculo de combinações tem-se um total de 6 possíveis rotas para a resolução do problema.

Outra proposta de solução que pode ser explorada é a do Vizinheiro Mais Próximo. Escolhe-se um vértice e a aresta de menor peso atuando naquele vértice. Esta aresta determina um outro vértice. De cada novo vértice escolhe-se a aresta de menor peso, de entre as arestas que são incidentes nesse vértice e num vértice que ainda não foi escolhido, para no final, retornar ao ponto inicial. Vale ressaltar que este método é mais rápido do que o método de exaustão, embora não produza, em geral, uma solução ótima.

O problema do caixeiro viajante pode ser adaptado para diversas situações relacionadas aos sistemas logísticos. Dentre os exemplos, podem-se citar a movimentação de carga entre depósitos, a movimentação de carga dentro de uma unidade, a rota de transporte de funcionários, entre outros.

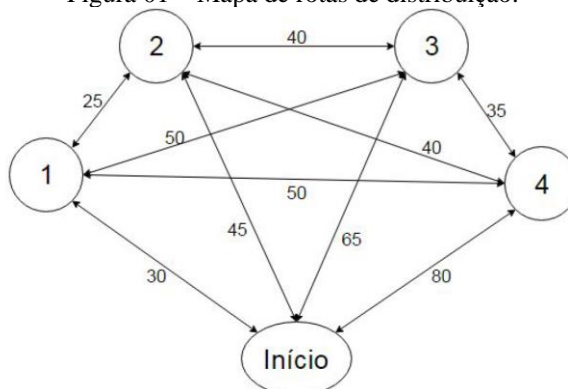
3 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

A atividade proposta, a qual deverá ocorrer em formato de oficina, consiste em apresentar aos estudantes, conceitos relacionados aos transportes, representando um problema ligado a roteirização de um veículo de carga. As discussões quanto a roteirização e programação de veículos estão inseridas em algumas disciplinas do curso de Engenharia de Transportes e

Logística, do Centro Tecnológico de Joinville - CTJ, da Universidade Federal de Santa Catarina.

O problema a ser solucionado consiste em percorrer cinco pontos representados no grafo (conjunto cujos elementos são unidos por arcos/linhas), conforme mostra a Figura 01. Os nós (círculos) indicam locais que devem ser visitados, sendo o ponto de partida o nó denominado “Início”. Os demais nós representam os pontos de destino que o veículo deve alcançar. Os valores associados aos vértices (as linhas) que ligam os locais indicam os custos da viagem, sendo necessário um tempo de 5 segundos de parada em cada ponto para retirar a carga que o veículo está carregando. Para resolver o problema, o estudante deve calcular o valor associado a menor rota e com o auxílio do kit LEGO® MINDSTORM® EV3, programar o veículo para realizar o movimento de forma autônoma, passando ao menos uma vez por cada nó antes de retornar ao início.

Figura 01 – Mapa de rotas de distribuição.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Os valores indicados em cada rota representam o custo que cada um gera ao transportador, podendo ser entendido como consumo de combustível, energia, pedágio, entre outros.

A metodologia para obter a solução ótima do problema consiste em desenvolver uma matriz de custos, conforme Tabela 01, e analisar a melhor forma de resolução do problema. Vale ressaltar que as rotas entre os pontos são não-direcionadas, o que significa que a rota 1-2 é igual a rota 2-1.

Tabela 01 – Matriz de Custos.

Nó	Início	1	2	3	4
Início	-	30	45	65	80
1	30	-	25	50	50
2	45	25	-	40	40
3	65	50	40	-	35
4	80	50	40	35	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Dois métodos são apresentados, os quais permitem a resolução do problema. O primeiro consiste no método exaustivo, que lista todas as combinações possíveis, e o segundo o método do vizinho mais próximo, que consiste em verificar o próximo ponto mais perto do local atual, porém esse método não garante uma solução ótima, conforme Tabela 02. Vale ressaltar que por

se tratar de rotas não-direcionadas, das 24 rotas possíveis, somente 12 são necessárias para a construção da tabela pelo método exaustivo.

Tabela 02 – Resultados obtidos pelos métodos apresentados.

Método Exaustivo			Método do Vizinho mais próximo		
Rota	Sequencia	Total	Rota	Sequencia	Total
1	Início - 1 - 2 - 3 - 4 - Início	210	1	Início - 1 - 2 - 3 - 4 - Início	210
2	Início - 1 - 3 - 4 - 2 - Início	200	2	Início - 1 - 2 - 4 - 3 - Início	195
3	Início - 1 - 4 - 2 - 3 - Início	225			
4	Início - 1 - 2 - 4 - 3 - Início	195			
5	Início - 1 - 3 - 2 - 4 - Início	240			
6	Início - 1 - 4 - 3 - 2 - Início	200			
7	Início - 2 - 3 - 1 - 4 - Início	265			
8	Início - 2 - 4 - 1 - 3 - Início	250			
9	Início - 2 - 1 - 3 - 4 - Início	235			
10	Início - 2 - 1 - 4 - 3 - Início	220			
11	Início - 3 - 1 - 2 - 4 - Início	260			
12	Início - 3 - 2 - 1 - 4 - Início	260			

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Como é possível observar, o método do vizinho mais próximo, apesar de convergir mais rapidamente para uma solução, pode não apresentar a solução ótima do problema. O problema foi pensado justamente para confrontar esses dois métodos e instigar o estudante a verificar e validar cada método. Utilizando-se o método do vizinho mais próximo, o estudante chega em um ponto onde os custos são iguais, sendo necessário analisar os demais pontos para então obter uma solução ótima.

Com o a melhor rota definida, deve ser realizada a programação do veículo seguindo as restrições de tempo, para isso é utilizado o kit LEGO® MINDSTORM® EV3, com uma pré-montagem já realizada e entregue aos estudantes. O objetivo é que cada equipe ou estudante desenvolva o programa que execute a rota obtida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade voltada para a temática de roteirização e programação de veículos, a qual deverá ocorrer em formato de oficina, apresenta conceitos trabalhados em diversas disciplinas do curso de Engenharia de Transportes e Logística do Centro Tecnológico de Joinville – CTJ, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

As principais disciplinas utilizadas para a realização da oficina são as chamadas roteirização e programação em transportes e programação linear, nas quais os estudantes trabalham problemas de otimização por meio de métodos matemáticos e heurísticos. Métodos heurísticos são algoritmos exploratórios que buscam resolver problemas, geralmente sem envolver implementação computacional. Além das disciplinas específicas associadas, também podem-se relacionar conceitos de Física, Cálculo, Estatística e Programação.

O projeto Desenvolvimento de Jogos para o Ensino de Gestão da Produção e Operações, no qual a oficina de roteirização e programação de veículos está inserida, propõe desenvolver jogos e atividades voltadas ao aprendizado. Tal objetivo vem sendo atingido conforme

resultados de outras atividades que vêm ocorrendo, inseridas no mesmo projeto. Entende-se que a realização da oficina de roteirização também deverá gerar resultados satisfatórios.

Como encaminhamento de trabalhos futuros, entende-se que ainda é necessário cumprir algumas etapas do projeto para que a oficina seja aplicável de forma completa, juntamente com turmas de estudantes de graduação e ensino médio (em forma de extensão), e posteriormente coletar os dados referentes ao impacto que a atividade deverá proporcionar.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BIESEK, Leandro José. **Veículo autônomo: uma contribuição para estacionamento**. 2016. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

CUNHA, C. B. Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. **Transportes**, v. 8, n.2, 2000. pp. 51-74.

ENOMOTO, L. M. E LIMA, R. S. Análise da distribuição física e roteirização em um atacadista. **Produção**. v. 17, n. 1, 2007. pp. 094-108.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PATHFIND. **Qual a importância do roteiro de entregas para a redução dos custos logísticos**. Disponível em: <http://www.pathfind.com.br/blog-pathfind/11-roteirizacao/119-qual-a-importancia-do-roteiro-de-entregas-para-a-reducao-dos-custos-logisticos.html> Acesso em: 09 mai. 2018.

TAUFER, F. S. G.; PEREIRA, E. C. Aplicação do problema do caixeiro viajante na otimização de roteiros. In. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais**. Belo Horizonte: XXXI ENEGEP, 2011.

A PROPOSAL FOR USING GAMES TO TEACH VEHICLE ROUTING IN A TRANSPORTATION AND LOGISTICS ENGINEERING COURSE

Abstract: *The purpose of this article is to present a proposal of teaching and learning activity focused on the subject of vehicle routing. This theme is part of a project called Development of Games for Teaching Production and Operations Management that proposes to develop games and activities focused on teaching and learning. The activity involving routing is aimed at creating a game that, through simulation, presents real problems and seeks to develop skills that improve the qualification of undergraduate students and future professionals. In addition, we expect it helps to encourage high school (extension activities) students to pursue further*

education in one of the areas related to the project. The proposed activity features a brief introduction to the subject of routing, as well as the application of concepts related to logistics, mathematics, logic, programming, and teamwork. Some project stages still need to be completed before the workshop is fully applicable, together with classes of undergraduate and high school students (extension activities), as well as collecting data regarding the impact that the activity should provide. Some project stages still need to be completed before the workshop is fully applicable, and the plan is to test this activity with classes of undergraduate and high school students (extension activities) and assess its impact.

Key-words: *Games. Production and Operations Management. Routing.*

Organização:



Realização:

