



Centro de Aperfeiçoamento do Ensino de
Matemática - "João Afonso Pascarelli"
IME-USP

Mostra do CAEM 2019

17, 18 e 19 de Outubro

Pôster 8: Projeto Carrinho de Ladeira

Marcia Cristina Martins de Andrade (EE Dom Duarte Leopoldo e Silva)
Edson Barberato (Senac/SP)

RESUMO: Após a visitação de uma turma ao evento Casa Aberta no Centro Universitário Senac, meus alunos se depararam com um carrinho de ladeira construído pelos alunos de Graduação em Engenharia. Os carrinhos de ladeira são veículos movidos pela gravidade, sem motor, com sistema de direção, freio e que acomoda um piloto. Naquele momento, motivaram-se e descobriram que, participando de um projeto, poderiam construir um carrinho desse tipo que ficaria na nossa unidade escolar e ainda participar de uma competição. O referido projeto desafia os estudantes a aplicar na prática os conhecimentos adquiridos na sala de aula e nas oficinas pedagógicas, motiva aprendizagem e desenvolve habilidades e competências ligadas à gestão de um projeto de Engenharia e Design, sendo realizado com a participação de alunos convidados do Ensino Médio de escolas públicas nas proximidades do Centro Universitário Senac.



PROJETO “CARRINHO DE LADEIRA”

Marcia Cristina Martins de Andrade
EE Dom Duarte Leopoldo e Silva
marciacrisdeandrade@gmail.com

Edson Barberato
Centro Universitário Senac-SP
edson.barberato@sp.senac.sp.br

1. Resumo

O Projeto Carrinho de Ladeira consiste na confecção de um carro com chassi a base de aço e a carenagem a base de fibra de vidro. Por não possuir motor, o carrinho se move a partir da gravidade local, possuindo lugar para um piloto. Para a segurança do piloto, o protótipo possui sistema de direção, sistema de freio e amortecedores.

O projeto desafia os estudantes a aplicar na prática os conhecimentos matemáticos adquiridos na sala de aula e nas oficinas pedagógicas (desenvolvidas no Centro Universitário Senac), motiva aprendizagem e desenvolve habilidades e competências ligadas à gestão de um projeto de Engenharia e *Design*.

Durante a execução do projeto, os alunos tiveram a abertura para a aplicação de uma variedade de conceitos matemáticos e físicos. Além de analisar os possíveis conceitos mobilizados na experiência com carrinhos em uma corrida, objetivamos, sobretudo, propiciar à experiência situações nas quais os alunos pudessem conviver socialmente, trabalhar em equipe, fazer previsões e verificações, relacionar e interagir com liberdade de explicitarem suas emoções, opiniões e decisões.

Palavras-chave: Carrinho de ladeira. Modelagem matemática. Ensino Médio.

2. Introdução

O Projeto Carrinho de Ladeira se iniciou após a visita de 50 (cinquenta) alunos da 3ª série do Ensino Médio ao evento Casa Aberta, no Centro Universitário Senac-SP. Os alunos da EE Dom Duarte Leopoldo e Silva se depararam com um carrinho de ladeira construído por alunos de graduação de Engenharia. Naquele momento, motivaram-se e descobrimos que poderíamos construir o carrinho que ficaria na nossa unidade escolar, e ainda, participar da competição entre os carrinhos já construídos. Essa motivação, segundo Bassanezi (2002), vem a partir da escolha do aluno para o projeto que ele gostaria de realizar, não a partir de uma escolha vinda do professor. Após o contato entre a professora Marcia Cristina M. de Andrade (EE Dom Duarte) e o professor Edson Barberato (Senac), surgiu a possibilidade de parceria entre as instituições, firmando um contrato entre as mesmas após uma reunião.

No decorrer do projeto foram desenvolvidas algumas das competências gerais da BNCC – Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), sendo elas as competências 7, 9 e 10.

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns [...] com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta;

9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação [...] seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza;

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Além das competências gerais, obteve-se algumas das habilidades das competências específicas matemáticas 2 e 3 (BRASIL, 2017), a saber:

2. Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

(EM13MAT201) Propor ações comunitárias, como as voltadas aos locais de moradia dos estudantes dentre outras, envolvendo cálculos das medidas de área, de volume, de capacidade ou de massa, adequados às demandas da região.

3. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.



(EM13MAT307) Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais, como o remanejamento e a distribuição de plantações, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT308) Resolver e elaborar problemas em variados contextos, envolvendo triângulos nos quais se aplicam as relações métricas ou as noções de congruência e semelhança.

(EM13MAT309) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos (cilindro e cone) em situações reais, como o cálculo do gasto de material para forrações ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados.

No cotidiano escolar, nos deparamos com grandes desafios, porém podemos desenvolver competências nos alunos com a produção de modelos matemáticos e com atitudes inovadoras e práticas (SADOVSKY, 2010).

O projeto possuiu presença de aspectos físicos, sendo mais presentes no processo de descida da ladeira com o carrinho (dinâmica) e/ou a partir do princípio de conservação de energia mecânica (soma da energia cinética e da energia potencial).

Um carro parado sobre uma reta plana e horizontal não irá se mover. Embora a força peso ($P = m \cdot g$) atraia o carro em direção ao centro da terra, esta força é aplicada ao solo que aplica uma força igual e contrária no carrinho, denominada força normal. Quando o carro é colocado num plano inclinado, a força peso atua exatamente do mesmo modo, mas surgem duas componentes da força peso, uma na direção do plano inclinado ($P_x = m \cdot g \cdot \sin \theta$) e outra componente perpendicular ao plano inclinado ($P_y = m \cdot g \cdot \cos \theta$).

A força P_x , se tiver módulo maior que o módulo da força de atrito, irá provocar a aceleração do carrinho ao longo do plano inclinado. A força de atrito entre as rodas e solo podem manter o carrinho parado, caso sejam acionados os freios. Caso os freios sejam soltos, o carrinho inicia o seu movimento sob a ação de P_x e do atrito resultante da rotação dos pneus com o solo.

A aceleração do carrinho pode ser determinada aplicando a 2ª Lei de Newton "A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida" (NEWTON, 2002, p. 54).

Após o final da rampa, o carro continua o seu movimento, segundo Newton “*Todo corpo continua em seu estado de repouso em movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele*” (NEWTON, 2002, p. 53). A força que atua impedindo que o carrinho se mova em linha reta indefinidamente é a força de atrito.

O atrito, neste caso, é resultado da interação da banda de rodagem dos pneus com o solo e do atrito dos mancais de rolamento das rodas. Também podemos incluir a força de resistência produzida pela interação da carroceria com o ar. Formalmente esta força é bastante reduzida a baixas velocidades, mas não pode ser desprezada. A força de resistência é oposta ao sentido do movimento.

Quando elevamos o carrinho pela rampa estamos armazenando energia no carrinho à medida que sua altura aumenta em relação ao solo. A este tipo de energia denominamos energia potencial gravitacional. De acordo com o GRF (p. 94) “*A palavra potencial é usada quando estamos falando de uma forma energia que está acumulada ou armazenada de alguma forma. Não está em uma forma perceptível como o movimento, o som ou a luz, mas pode vir a se manifestar*”.

A manifestação desta energia acontece quando o carrinho é solto e a energia potencial gravitacional se transforma, à medida que o carro desce, em energia cinética.

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h \text{ (energia potencial gravitacional)}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \text{ (energia cinética)}$$

$$E_m = E_{pg} + E_k \text{ (energia mecânica do carrinho em nosso caso)}$$

$$E_{mi} = E_{mf} \text{ (princípio da conservação da energia)}$$

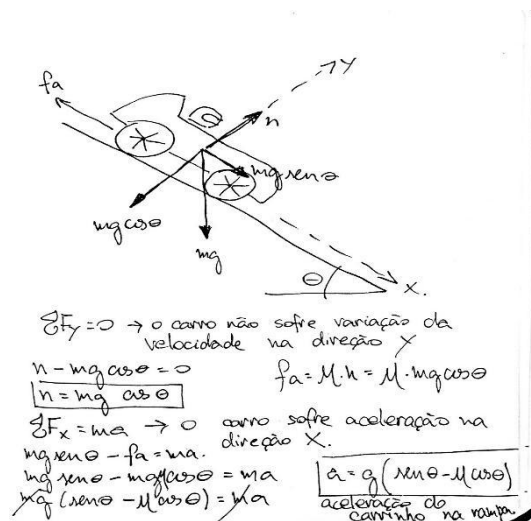


Figura 1 – Rampa para descida do carrinho

Fonte: Acervo da 1ª Autora



3. Objetivos

O projeto de extensão tem por objetivo geral motivar a aprendizagem e desenvolver competências ligadas à gestão e operação de um projeto de Engenharia e Design, com a participação de alunos convidados de escolas de cursos técnicos e ensino médio nas proximidades do Centro Universitário Senac.

O objetivo da realização das oficinas pedagógicas é a necessidade de introduzir um novo conceito, à aplicação dos conceitos matemáticos, avaliar um assunto aprendido, demonstrar técnicas eficientes de ensino e aprendizagem.

Como objetivo específico, busca aprimorar competências aprendidas por nossos alunos ao longo do ensino básico, realizar o projeto protótipo funcional e participar da competição Gravity Race Car.

4. Desenvolvimento

A produção do protótipo foi concretizada nos laboratórios de engenharia do Centro Universitário Senac Santo Amaro e na Escola Estadual Dom Duarte Leopoldo e Silva. Para tal, utilizou-se um cronograma, onde, do dia 10 de agosto de 2019 ao dia 4 de outubro de 2019, os alunos precisariam se locomover ao Senac Santo Amaro para a execução e finalização do projeto. O objetivo principal era a montagem do carrinho desde a menor até a maior peça, ajustando-o quando necessário.

Foram usados diversos materiais e diferentes máquinas e ferramentas disponibilizados para o andamento do projeto, como: Corte Plasma, furação vertical, secagem de pintura, solda, afiação de ferramentas, lixadeiras manuais, corte de chapas e cabine de jateamento.

A construção do chassi foi realizada em, aproximadamente, dois sábados (10 e 17 de agosto de 2019), previstos no cronograma inicial. Ao decorrer desses dois dias, o Prof. Edson Barberato explanou à equipe de 9 alunos e à Prof.^a Marcia Cristina M. de Andrade todos os conceitos básicos e necessários, as instruções para manuseio dos equipamentos e materiais, além de medidas de segurança do laboratório e das máquinas.

Nos dias 24 e 31 de agosto e 14 de setembro, a equipe dividiu-se em grupos para execução extensiva das tarefas, e, deste modo, dar andamento ao projeto. Logo, o próximo passo a realizar seria a preparação do sistema de suspensão do carrinho. Tal sistema

ocupou grande parte do tempo da equipe por possuir uma maior complexidade e especificação de armação.

Os passos para levantamento do sistema eram relativamente semelhantes: analisar com o carrinho modelo a peça necessária e medi-la; encontrar o material adequado para a peça e cortá-lo de maneira adequada; furar e lixar a peça (caso preciso); e soldá-la na estrutura base já construída. Esta etapa durou o período praticamente inteiro do projeto.

Simultaneamente, os alunos produziam a carenagem do carrinho, durando aproximadamente três semanas, sendo que de uma a duas vezes por semana a equipe se reunia na própria unidade escolar para construção de tal parte do carrinho. Concretizou-se as medições da estrutura base do carrinho, e, na escola, realizaram-se os moldes de papelão, de maneira plana, a reproduzir as dimensões do carrinho. Com auxílio do Prof. Edson Barberato, construiu o molde e após tal etapa, cobriu o molde com papelão, cola e fita, para formação de uma casca. Para maior rigidez, a casca foi recoberta com papelão. Para finalização da etapa, a equipe envolveu a carenagem com cinco camadas de papel Kraft mergulhado em cola branca.

No dia 21 de agosto, a carenagem finalizada foi levada ao Centro Universitário Senac Santo Amaro, onde os alunos, divididos em dois grupos: o primeiro daria continuidade a construção das peças do sistema de suspensão; o segundo continuaria a carenagem. A carenagem foi coberta com fibra de vidro e catalisador para formação de uma camada resistente e sólida para o carrinho. Esse processo consistiu em primeiramente passar o desmoldante no molde de papelão, para que futuramente pudesse retirar a parte com a fibra do molde de papelão; posteriormente cobrir o molde com diversas camadas de fibra de vidro e uma mistura de resina com catalisador, o que além de fixar a fibra de vidro, a deixou mais rígida. Após pronta a casca de fibra de vidro, foi trabalhada e polida, dando assim um verdadeiro aspecto de uma carenagem para o carrinho.

Com a carenagem finalizada, o sistema de suspensão progrediu ao fim. No sábado 28 de setembro, iniciou-se a parte da montagem na qual foram soldadas as últimas peças na estrutura. Após testes e encaixe das peças, o projeto seguiu para a reta final.

Os dias 2,3 e 4 de outubro possuíram como objetivo, a finalização da estrutura e do sistema de freio. Sincronizadamente, a finalização do design da carenagem era realizada, sendo lixada e pintada, com grande participação do Sr. Felix.

Finalizadas todas as soldagens restantes, limpeza das peças, colocação do cinto de segurança, volante, parafusos finais, alinhamento das rodas e sistema de freio, iniciou os primeiros testes com o carrinho pronto na rampa.



Figura 2 – Início da construção do chassi do carrinho
Fonte: Acervo da 1ª Autora



Figura 3 – Carrinho de ladeira pronto
Fonte: Acervo da 1ª Autora

5. Considerações finais

Na construção do carrinho os alunos vivenciaram na prática que a matemática está presente em nosso cotidiano, que pequenas tarefas como: medir para não desperdiçar material, cortar, estimar o tempo para execução e levantar hipóteses de cada etapa foram imprescindíveis na conclusão do projeto.

A modelagem matemática mobilizou as habilidades adquiridas em sala de aula e constituiu um ensino aprendizagem mais concreto.

Os discentes perceberam que além dos conhecimentos prévios precisariam de outras competências matemáticas como: geométricas, trigonométricas, físicas e uma pequena e muito inicial das engenharias, ou seja, a associação entre os conteúdos aprendidos foram fundamentais para o sucesso das etapas executadas na construção do carrinho.

6. Referências

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Modelagem Matemática: teoria e prática*. São Paulo: Contexto, 2015.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Consulta Pública. Brasília, <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase> 2018. acesso: 03/08/2019.

NEWTON, Isaac. *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural*– Livro I. Trad. de Trieste Ricci et ali, v. 2, 2002. página 53 e 54)

SADOVSKY, Patricia. *O ensino da Matemática hoje: enfoques, sentidos e desafios*. São Paulo: Ática, 2010.