

Aplicação de conceitos matemáticos em problemas de robótica educacional

Gilberto Caetano da Silva Junior 

Letícia Maria Miquelin 

Resumo

Professores do ensino básico são frequentemente questionados por seus alunos sobre a aplicação prática dos conceitos matemáticos vistos em sala de aula. Além disso, cada vez mais, tais professores são instigados e cobrados sobre a utilização de tecnologias que despertem o interesse dos alunos. Nesse sentido, este trabalho apresenta o relato de uma atividade didática aplicada aos alunos do 8º ano do ensino fundamental de uma escola municipal da cidade de Botucatu, São Paulo, que, por meio da metodologia ativa denominada aprendizagem baseada em problemas, faz uso da robótica juntamente com os conceitos de escala e velocidade média como forma de tornar a aprendizagem destes saberes atraente e efetiva; despertando assim, o interesse dos alunos para a matemática e a robótica, tema atual e de grande interesse do mercado de trabalho.

Palavras-chave: Matemática; Robótica; Metodologias Ativas; Aprendizagem Baseada em Problemas.

Resumo

Elementary school teachers are often asked by their students about the practical application of mathematical concepts seen in the classroom. Furthermore, increasingly, such teachers are instigated and demanded to use technologies that arouse students' interest. In this sense, this work presents the report of a didactic activity applied to 8th year elementary school students at a municipal school in the city of Botucatu, São Paulo, which, through the active methodology called problems - based learning, makes use of robotics together with the concepts of scale and average speed as a way to make learning this knowledge attractive and effective; thus awakening students' interest in mathematics and robotics, a current topic of great interest in the job market.

Keywords: Math; Robotics; Active Methodologies; Problem-Based Learning.

1. Introdução

Uma constante para professores de matemática é a busca por boas práticas educativas. Práticas que dêem conta de atender às demandas e especificidades inerentes aos diferentes perfis existentes numa sala de aula, mas, sobretudo, que garantam o desenvolvimento de competências, habilidades, motivação e autoconfiança para que os estudantes possam apreender conceitos, enfrentar e solucionar não só problemas de matemática, mas problemas de modo geral. Para efetivar essas garantias, considera-se que os aspectos mais interessantes da disciplina, tais como resolver problemas, discutir ideias, checar informações e o desafio em si; devam ser o mote das estratégias de ensino.

Nesse sentido, e de acordo com [1], a educação fundamentada em tecnologia prepara os estudantes para não serem apenas usuários de ferramentas tecnológicas, mas para serem capazes de criar, analisar, solucionar problemas e usar os vários tipos de tecnologias de forma racional e significativa. Mais especificamente, a robótica educacional é um excelente instrumento de promoção de conhecimentos, pois viabiliza um ambiente de aprendizagem com inúmeras aplicabilidades de conceitos matemáticos e das ciências da natureza.

Na Rede Municipal de Ensino de Botucatu, São Paulo, os professores de matemática do ensino fundamental II são regularmente levados a refletir sobre seus métodos de ensino por meio de ações idealizadas e implementadas pelas equipes de coordenação pedagógica. Essas ações são norteadas pelo seguinte pressuposto: *"Se os conceitos matemáticos fazem sentido para o aluno, então este ficará motivado a buscar sua compreensão."* O sentido, nessa perspectiva, é uma condição necessária para que a aprendizagem matemática ocorra, e esta é estabelecida quando a prática pedagógica permite contextualizações que se aproximem da realidade cotidiana do estudante. [2] corrobora esta forma de entender a aprendizagem matemática quando afirma que "boas contextualizações são as que, por meio da problematização, envolvam aplicações ou manipulações [...] que sejam reais ou simulem a realidade".

Considerando então, que a problematização apoiada por ferramentas tecnológicas estabeleça a construção de sentido para o aluno no processo de ensino e aprendizagem, e com isso a aprendizagem seja efetivada, o propósito deste projeto foi ofertar aos alunos do 8º ano A do ensino fundamental II da Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Jonas Alves de Araújo, no município de Botucatu/SP, a oportunidade de aplicabilidade de conceitos matemáticos estudados em sala de aula por meio de problematização oriunda da robótica educacional. Para tanto, fez-se uso do material LEGO.

A metodologia ativa que fundamenta essa forma de estruturar a estratégia de ensino e aprendizagem é denominada Aprendizagem Baseada em Problemas, que, em síntese, recomenda a realização de atividades dirigidas; ou seja, aquelas realizadas com regras estabelecidas, guiadas e supervisionadas pelo professor; com o objetivo de fazer com que o aprendizado ocorra simultaneamente pelo estudo dos conceitos teóricos que envolvam a resolução de um problema e as suas implicações práticas. Tal metodologia obedece à seguinte sequência: definição do problema; identificação dos saberes necessários para solução do problema; investigação de soluções para o problema; solução do problema; e apresentação de resultados.

O presente trabalho foi organizado da seguinte forma: a segunda seção esclarece a motivação para realização do projeto; a terceira descreve os passos desenvolvidos ao longo da atividade; e a quarta seção apresenta as considerações finais.

2. Motivação

O projeto foi idealizado e realizado entre o segundo e terceiro bimestre do ano letivo de 2023. A motivação para o seu desenvolvimento se deve ao fato de que nesse momento, e de acordo com o plano de ensino, os alunos iniciaram os estudos dos objetos de conhecimento variação de grandezas diretamente proporcionais, inversamente proporcionais e não proporcionais.

Assumindo que o pré-requisito para compreensão de tais objetos são os conteúdos razão e proporção, surge a ideia de trabalhar escala e velocidade média como conceitos matemáticos inerentes a uma situação-problema que demandasse não apenas o entendimento dos objetos, mas que atendessem, em parte ou na totalidade, as competências e habilidades exigidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [3]. Assim, a prática construída nesse projeto foi balizada pelos seguintes itens:

2.1. Competências Gerais

- i) Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas, e investigar soluções;
- ii) Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas cotidianas.

2.2. Competências Específicas

- i) Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo;
- ii) Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas do conhecimento, validando estratégias e resultados;
- iii) Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da matemática (aritmética, álgebra, geometria, estatística e probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo autoestima e a perseverança na busca de soluções.

2.3. Habilidades de acordo com a BNCC

- i) **EF08MA12:** identificar a natureza da variação de duas grandezas diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais; expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano;
- ii) **EF08MA13:** resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.

3. Descrição da atividade

Tomando a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas e seguindo os passos estabelecidos por ela, tem-se a seguinte sequência de atividades utilizada neste projeto.

3.1. Definição do problema

A atividade desenvolvida foi pautada na proposição de um problema de robótica, que consiste na montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos pelo computador (ou bloco lógico). A automação e o controle de dispositivos são realizados por meio de programação simples e acessível (programação por meio de ícones), que permite aos estudantes codificar funções de comando baseadas em suas experiências matemáticas e lógicas. A montagem exige compreensão de artefatos e equipamentos utilizados cotidianamente, e isso se dá por meio da observação e da investigação do funcionamento de peças e dispositivos automatizados.

Para estabelecer a aplicabilidade de conceitos matemáticos, além dos conteúdos próprios da robótica, outros dois conteúdos estão presentes na situação-problema geradora: escala e velocidade média. Veja a situação-problema que dá início à atividade:

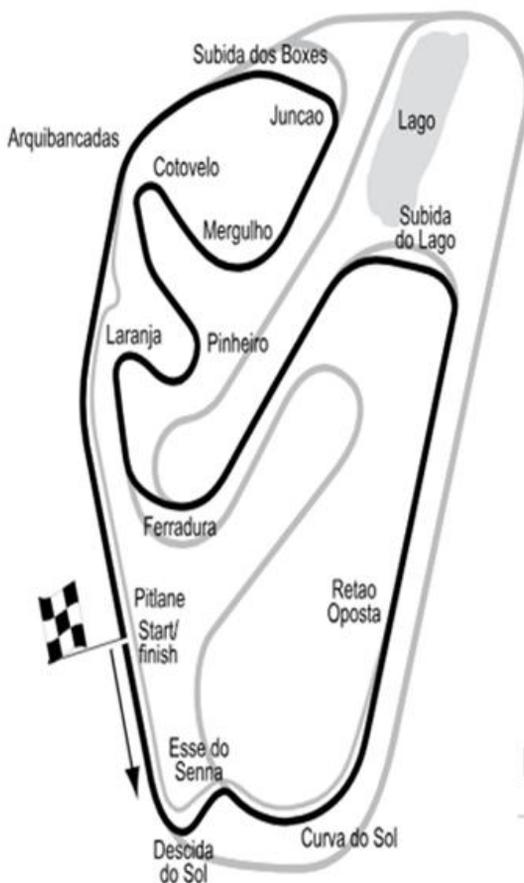


Figura 1: Autódromo de Interlagos.

A Figura 1 representa o Autódromo de Interlagos José Carlos Pace. Esse circuito de corrida foi inspirado nas pistas de Indianápolis, nos Estados Unidos; Brooklands, na Inglaterra; e Monthony, na França. Possui, atualmente, 4309 metros de extensão, largura que varia entre 12 e 15 metros, 11 curvas e um desnível de cerca de 56 metros entre o ponto mais alto, na Curva do S do Senna, e o mais baixo, na Curva do Lago. A pista permite a realização de provas com dois carros emparelhados, que disputam a arrancada lado a lado de forma segura para pilotos e público. Esta, não recebe somente o Grande Prêmio de Fórmula 1, como também importantes provas nacionais de categorias como a Stock Car, Fórmula 3, provas de motovelocidade, entre outras [4]. Com base nos dados do texto, construa um Robô Seguidor de Linha, cuja tarefa será percorrer uma reprodução do circuito, no qual o perímetro da pista deve estar na escala 1:1000, desenvolvendo uma velocidade média de 10 cm/s.

3.2. Identificação dos saberes necessários para solução do problema

A resolução do problema envolve conhecimentos relativos à construção de um robô, que implica na manipulação de dispositivos mecânicos e eletrônicos oriundos de um Kit de montagem denominado Lego - Robótica [5], bem como o domínio da linguagem de programação específica desse material. Esse conhecimento é pertinente à construção do equipamento que realizará a tarefa proposta na situação-problema. No entanto, para realizar a tarefa é necessário a compreensão de objetos de conhecimento e conteúdos matemáticos que exigem determinadas competências e habilidades.

3.2.1 Kit Lego-Robótica

O Kit Lego - Robótica utilizado nessa atividade é o Lego Mindstorms EV3 (Figura 2), que corresponde a um conjunto de 541 peças entre engrenagens, encaixes, conectores, eixos, motores, sensores, bateria recarregável, cabos de conexão e um bloco inteligente programável que controla motores e sensores.



Figura 2: Kit Lego-Robótica.

3.2.2 Robô Seguidor de Linha

De acordo com [6], um robô seguidor de linha é aquele dotado de percepção local, capaz de seguir uma linha (pista) desenhada na superfície sobre a qual ele se encontra. Por meio de um sensor óptico, o robô identifica o contraste entre a cor do traçado da pista e a cor do restante do piso. Os dados coletados pelo sensor são enviados a um bloco lógico (processador), que processa a informação e decide a posição do robô em relação a pista e o caminho a seguir (Figura 3).

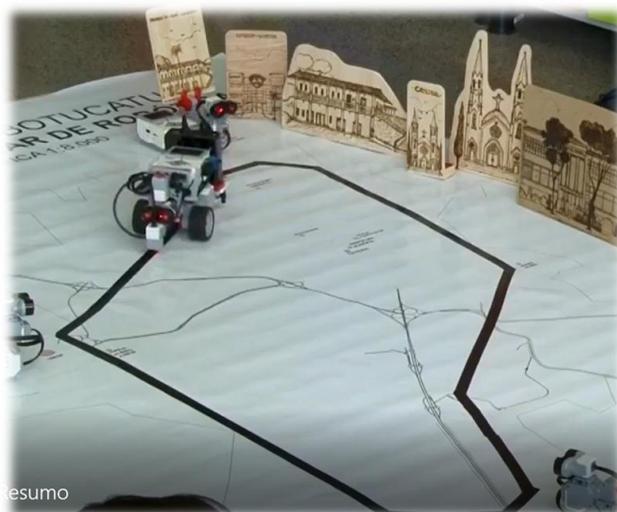


Figura 3: Robô Seguidor de Linha.

3.2.3 Lógica de programação

O software utilizado pelo EV3 oferece uma linguagem de programação gráfica, disposta em blocos. Estes são unidades elementares onde cada *string* (seqüência de caracteres) e operador são conectados em linha. Cada um desses blocos apresenta funcionalidades que permitem a execução de comandos específicos, facilitando uma interação intuitiva entre os comandos (Figura 4).

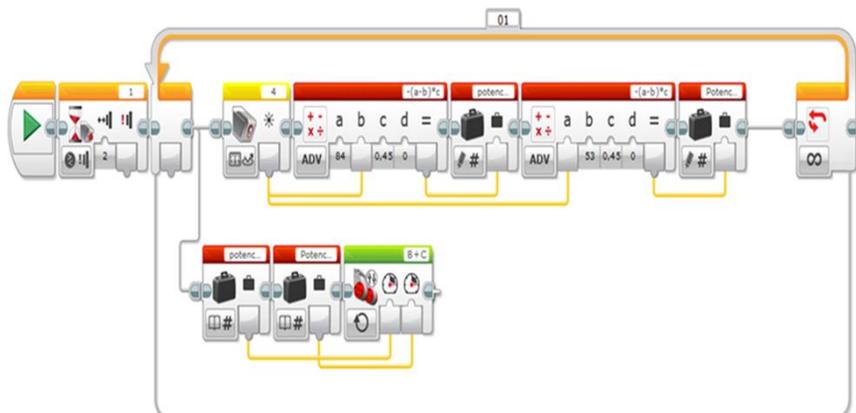


Figura 4: Programação do Robô Seguidor de Linha.

3.2.4 Conceitos Matemáticos

A situação-problema geradora exige a identificação e a compreensão da variação de grandezas diretamente proporcionais, inversamente proporcionais ou não proporcionais; bem como os conteúdos pertinentes a

esses objetos de conhecimento. Nesse projeto, foram explorados os conceitos de escala e velocidade média. Além disso, o projeto também requer que o aluno expresse a relação existente entre as grandezas por meio da formalização de sentenças algébricas.

Nesse sentido, [7] entende que há diversos problemas originários de situações cotidianas que podem ser resolvidos fazendo-se a comparação entre valores. Essa comparação se dá por meio de uma divisão simples. Por exemplo, quando queremos saber a escala usada na elaboração de um mapa ou a planta baixa de uma casa, devemos dividir a medida do desenho pela medida real, desde que estas estejam na mesma unidade de medida; ou, se queremos determinar a velocidade média de um veículo, devemos dividir a distância percorrida pelo tempo gasto para percorrê-la. O resultado obtido dessa divisão é denominado razão entre os valores envolvidos. Assim, segue a definição:

Definição 1. Sendo a e b dois números racionais, com $b \neq 0$, denomina-se razão entre a e b , ou razão de a para b , o quociente $\frac{a}{b}$ ou $a : b$. Sendo a o antecedente e b o conseqüente.

Por outro lado, há situações em que duas ou mais razões distintas possuem o mesmo valor. Por exemplo, se um veículo que deve ir da cidade A até a cidade B desenvolver uma certa velocidade, ele percorrerá a distância de A até B em um determinado tempo. Se as medidas da distância e do tempo variarem de tal forma que a medida da velocidade seja preservada, temos uma igualdade entre razões. Essa igualdade é denominada proporção, e as medidas da distância e do tempo são denominadas grandezas. De modo geral, segue que:

Definição 2. Quatro números a , b , c e d , diferentes de zero, nessa ordem, formam uma proporção quando a razão do primeiro para o segundo é igual à razão do terceiro para o quarto; ou seja:

$$a : b = c : d \quad \text{ou} \quad \frac{a}{b} = \frac{c}{d},$$

onde a , b , c e d são denominados termos da proporção. O primeiro e o quarto termo são chamados de extremos, enquanto que o segundo e o terceiro são chamados de meios.

Se em um dado problema há três de quatro valores que necessitam constituir uma proporção, é possível determinar o quarto valor por meio do que é denominado propriedade fundamental da proporção. Formalmente essa propriedade é enunciada da seguinte maneira:

Propriedade 1. Em toda proporção, o produto dos extremos é igual ao produto dos meios, e vice-versa.

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow a \cdot d = b \cdot c$$

Essa propriedade foi imprescindível para a realização das tarefas decorrentes da atividade proposta neste projeto, uma vez que, para construir uma reprodução da pista e determinar a velocidade média desenvolvida pelo robô, os alunos efetuaram cálculos que demandaram a utilização da mesma.

3.3. Investigação de solução para o problema

A partir da apresentação do problema para os alunos, a atividade foi subdividida em momentos de duas horas-aula cada, realizados em sala de aula para exposição, investigação e discussão dos objetos de conhecimento da matemática necessários para resolução do problema, bem como encontros no contraturno para exposição, discussão e uso do Kit Lego-Robótica, de acordo com a Tabela 1, adaptada de [8].

MOMENTOS	DESCRIÇÃO DOS MOMENTOS
Aula 1 - Sala	Exposição de conceitos sobre razão e proporção.
Aula 2 - Sala	Exposição de conceitos sobre grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionais.
Aula 3 - Contraturno	Apresentação do Kit Lego-Robótica e teste de funcionalidade de alguns dispositivos como sensores, motores e peças em geral.
Aula 4 - Contraturno	Apresentação do <i>software</i> operacional para o bloco lógico e teste de funcionalidade de alguns aspectos de programação.
Aula 5 - Contraturno	Construção do robô seguidor de linha (uso da apostila de montagens do Kit).
Aula 6 - Contraturno	Término da construção do robô e ajustes.
Aula 7 - Contraturno	Elaboração da programação do robô para execução da tarefa proposta na situação-problema. Determinação da velocidade e ajuste de sensor.
Aula 8 - Contraturno	Construção do circuito de acordo com o solicitado na situação-problema.
Aula 9 - Contraturno	Teste de execução de tarefa e ajustes finais.
Aula 10 - Sala	Apresentação do robô executando a tarefa conforme solicitado na situação-problema. Considerações finais a respeito da atividade.

Tabela 1: Distribuição dos momentos da atividade.

3.3.1 Aulas iniciais - conhecendo as ferramentas

As aulas de 1 a 4 foram utilizadas para identificação de saberes e início da investigação de como utilizar a ferramenta para solucionar a situação-problema proposta (Figura 5).



Figura 5: Discussão e investigação do problema.

3.3.2 Aplicação de conceitos matemáticos e uso do Kit Lego-Robótica

As aulas de 5 a 9 foram destinadas a efetivação da solução do problema, onde os alunos realizaram as seguintes tarefas:

Tarefa I - Construção do robô seguidor de linha

Tomando como referência as aulas anteriores, faça o que se pede:

- i) Construa um robô seguidor de linha para percorrer a pista a ser desenvolvida na tarefa III. Esse robô deve conter um sensor de toque para dar início ao movimento e um sensor óptico para fazer a leitura da pista;
- ii) Efetue os cálculos necessários para que o robô percorra a pista na velocidade solicitada na situação-problema;

As Figuras 6 e 7 ilustram a realização da tarefa I.



Figura 6: Construção do Robô.



Figura 7: Robô concluído.

Tarefa II - Desenvolvimento da programação do robô

Desenvolva a programação para que o robô execute a tarefa de percorrer a reprodução do circuito obedecendo a velocidade estabelecida na situação-problema. Para tanto, tome como referência as aulas anteriores, bem como, os vídeos explicativos de modelos de programação para robô seguidor de linha listados nos links abaixo:

- i) <https://www.youtube.com/watch?v=HFmlujOdhTM>;
- ii) https://www.youtube.com/watch?v=EacY_9Ixxh68;
- iii) <https://www.youtube.com/watch?v=KqSjygBagyc>;
- iv) <https://www.youtube.com/watch?v=5cgfVVGU0qQQ>.

As Figuras 8 e 9 ilustram a realização da tarefa II.



Figura 8: Desenvolvimento da programação.

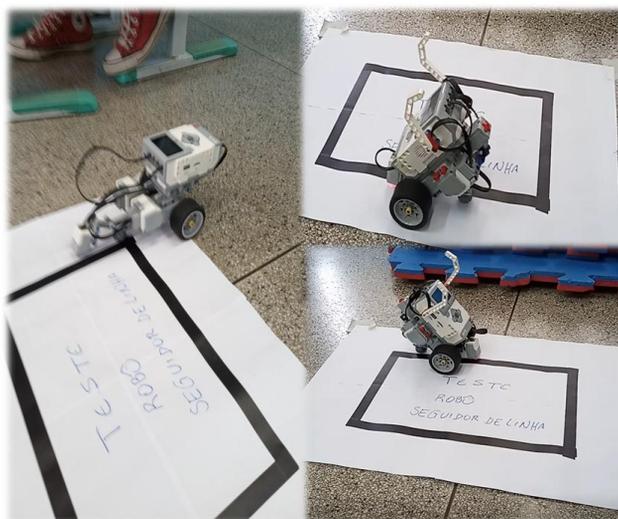


Figura 9: Teste de execução do programa.

Tarefa III - Construção da reprodução do traçado do circuito de Interlagos

Antes de iniciar a construção da reprodução do circuito na escala 1:1000, os alunos fizeram um teste de aplicação do cálculo de escala e de medida numa impressão do traçado da pista contido numa região retangular na escala 1:2000 fornecida pelo professor. Para tanto, tomaram os dados fornecidos na situação-problema e seguiram as solicitações:

a) Verifique o comprimento da pista na impressão usando barbante como instrumento de medida (Figura 10).



Figura 10: Verificação de comprimento da pista.

b) Faça os cálculos e verifique se a impressão está na escala 1:2000 (Figura 11).



Figura 11: Cálculo de escala.

Tomando os dados da situação-problema e as dimensões da região retangular da impressão fornecida pelo professor como referência, faça o que se pede:

- i) Calcule o comprimento da pista na escala 1:1000.
- ii) Calcule a largura da pista na escala 1:1000.
- iii) Com os dados obtidos nos cálculos, construa uma pista na escala 1:1000.

As Figuras 12 e 13 ilustram a realização da tarefa III.



Figura 12: Reprodução do circuito na escala 1:1000.

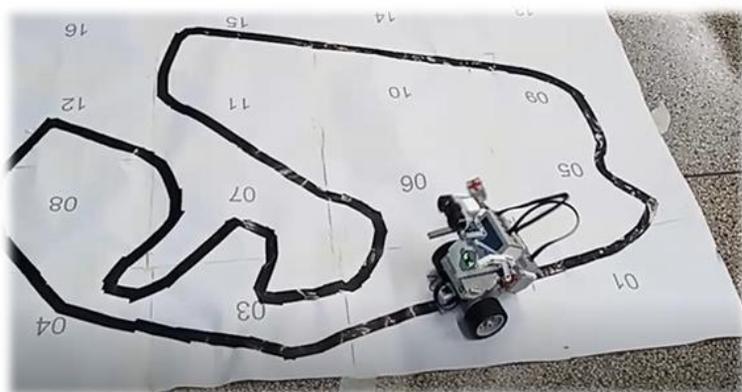


Figura 13: Teste do robô no circuito de escala 1:1000.

3.4. Solução do problema e apresentação de resultados

Após a realização de alguns testes e ajustes finais tanto na configuração mecânica do robô, quanto na linha de comando da programação; o robô cumpriu a tarefa com êxito. A partir daí, os alunos organizaram uma apresentação e teceram considerações a respeito das vivências que tiveram ao participarem desta atividade. A apresentação foi realizada em uma pista fornecida pelo professor, retirada de [9], cuja impressão tinha detalhes mais elaborados do circuito (Figura 14).



Figura 14: Pista para apresentação final.

Na apresentação, os alunos detalharam os procedimentos de cálculo utilizados, os erros e acertos na montagem e programação do robô, a forma como se organizaram para realização das tarefas, as pesquisas e troca de informações que colaboraram para compreensão e investigação de solução para o problema. A Figura 15 ilustra o momento em que uma aluna explica os cálculos de escala efetuados para construção da pista.

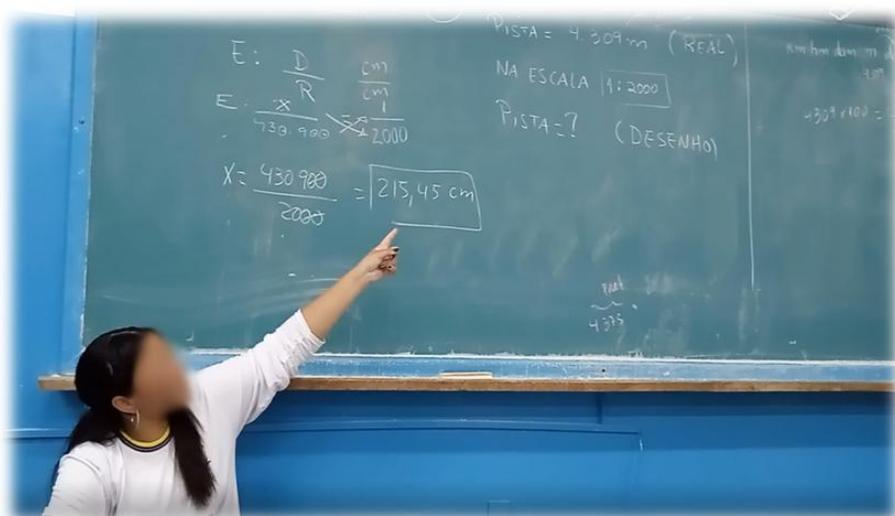


Figura 15: Aluna apresentando cálculo de escala.

4. Considerações finais

Observou-se nas considerações finais dos alunos que houve uma melhora na perspectiva de desempenho e compreensão dos conceitos estudados, bem como um aumento da motivação para os estudos. Isto posto, entende-se que a prática desenvolvida nesse projeto contribuiu para melhora da compreensão e apreensão de conceitos matemáticos, pois submeteu os estudantes a uma situação-problema que estimulou a curiosidade e, conseqüentemente, os induziu a buscar novos conhecimentos. Desta forma, os estudantes puderam construir seus saberes com autonomia e espera-se que, a partir dessa vivência, os mesmos utilizem estratégias semelhantes para fazer frente às situações cotidianas que demandem a resolução de problemas.

Referências

- [1] ROBOLAB, Zoom Editora Educacional Ltda., 2010.
- [2] LIMA, Paulo Cupertino de. *Cálculo de Várias Variáveis*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.
- [3] BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- [4] PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Interlagos: + que um autódromo*. 2023. Disponível em: <<https://autodromodeinterlagos.com.br/>>. Acesso em: maio de 2023.
- [5] LEGO. *Robôs para crianças*. 2023. Disponível em: <<https://www.lego.com/pt-pt/categories/robots-for-kids>>. Acesso em: dezembro de 2023.
- [6] COSTA, Eduardo R; GOMES, Marcel L.; BIANCHI, Reinaldo A. C. *Um mini robô móvel seguidor de pistas guiado por visão local*. Academia. Disponível em: <<https://www.academia.edu/5218025/>>. Acesso em: setembro de 2023.
- [7] GIOVANNI JUNIOR, José Ruy.; CASTRUCCI, Benedicto. *A conquista da matemática*. 8º ano. Ensino Fundamental. Anos Finais. 4ª ed. São Paulo: FTD, 2018.
- [8] RODRIGUES, Marcio Uriel.[et al.](organizadores). *Projeto de Modelagem matemática para os Anos Finais do Ensino Fundamental e Médio*. Curitiba: CRV, 2021.
- [9] LUDOPEDIA. *Interlagos para escala 1/64*. Disponível em: <<https://ludopedia.com.br/topico/33216/interlagos-para-escala-1-64>>. Acesso em: julho de 2023.

Gilberto Caetano da Silva Junior
Escola Municipal de Ensino Fundamental
Professor Jonas Alves de Araújo,
Botucatu, São Paulo
<profgilcaju@gmail.com>

Letícia Maria Miquelin
Escola Municipal de Ensino Fundamental
Professor Jonas Alves de Araújo,
Botucatu, São Paulo
<lemiquelin@hotmail.com>

Recebido: 02/01/2024
Publicado: 27/03/2025