

A exclusão do sensor de luz deve-se ao objetivo da atividade, que consiste na programação em que os estudantes possam investigar conceitos matemáticos e fazer com que o robô percorra o circuito desenvolvido (FIGURA 2).

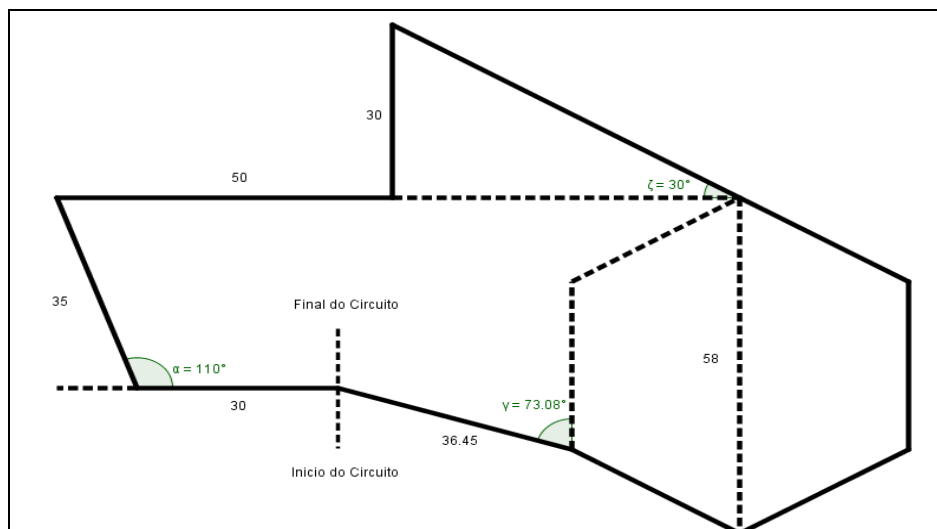


FIGURA 2 – CIRCUITO DESENVOLVIDO

FONTE: Os autores

Analisando a Figura 2, posicionando o robô no início do circuito e fazendo com que se desloque para o lado esquerdo do circuito, ele deverá percorrer 30 cm. Na sequência, virar 70° à direita (ângulo suplementar de 110°) e percorrer mais 35 cm até o próximo vértice. É possível verificar nessa introdução ao circuito que a compreensão de conceitos matemáticos é indispensável para a resolução da atividade.

Continuando o percurso, o robô deve virar 110° à direita e, em seguida, percorrer o segmento de 50 cm. Cabe ressaltar que esse segmento é paralelo ao segmento inicial de 30 cm, abordando assim, conceitos matemáticos relacionados a ângulos e posição relativa entre retas.

O próximo ângulo do circuito corresponde a 90° à esquerda, e o robô deve percorrer 30 cm, onde fará uma curva à direita, relativa ao ângulo de 120° (ângulo obtido recordando conceitos de somas de ângulos internos de um triângulo).

Utilizando os conhecimentos sobre trigonometria, os estudantes devem programar o robô para que percorra 60 cm, até se deparar com um segmento, adjacente e contido na mesma reta, que é o lado de um hexágono regular. Como a diagonal do hexágono regular é igual a 59 cm, têm-se que o lado desse polígono é 29 cm (valor obtido por meio da propriedade geométrica, a qual indica que o lado do hexágono regular é igual ao raio da circunferência que o circunscreve).

Percorrendo os 29 cm, o robô deve rotacionar 60° (ângulo externo do hexágono regular), repetindo esse procedimento por mais duas vezes, até percorrer os quatro lados do hexágono. Por fim, deve girar à esquerda com um ângulo de $13,08^\circ$ ($73,08^\circ - 60^\circ$) e finalizar o circuito percorrendo 36,45 cm.

É evidente que a programação a ser realizada pelos estudantes é mais complexa do que utilizando o sensor de luz. No entanto, essa forma de programação está integrando a tecnologia de Robótica Educacional à compreensão de conceitos geométricos e matemáticos.

Como forma de auxílio, os grupos de estudantes receberam uma folha com segmentos e ângulos, formados entre esses segmentos, que serviram de gabarito para verificar quantas rotações o robô deve realizar, a fim de percorrer cada segmento ou girar. Com isso, outros conceitos matemáticos foram abordados, como proporcionalidade ou “regra de três”, uma vez que os estudantes só puderam “experimentar” o circuito após terem a programação concluída.

Realizada essa fase, os grupos puderam fazer os ajustes necessários para que o robô percorresse o circuito de forma completa, pois há de se considerar na programação alguns ajustes, em razão da tração entre os mecanismos do robô, as rodas e o material do circuito, bem como, a inércia sofrida pelo protótipo e a velocidade.

Ainda, na prática foram apresentadas (seção 3.1) possíveis adaptações no circuito, fornecendo mais informações para ser aplicado em outros níveis de ensino. Ao final da atividade, foi realizada uma avaliação (seção 3.2) da prática desenvolvida pelos participantes.

3.1. Propostas de aplicações do circuito na educação básica

Nesta subseção são apresentados encaminhamentos metodológicos com a adaptação do circuito, ou seja, possibilidades de aplicação no ensino fundamental e médio, abordando conceitos matemáticos previsto nas *Diretrizes Curriculares de Educação do Paraná* (PARANÁ, 2008).

A figura (FIGURA 3) é a adaptação do circuito para o ensino fundamental. Há informações explícitas e outras que são fornecidas aos estudantes conforme o ano do ensino fundamental. Ao aplicar a atividade, o docente deve indicar as informações que não estão explícitas e que não compete em nível educacional do estudante.

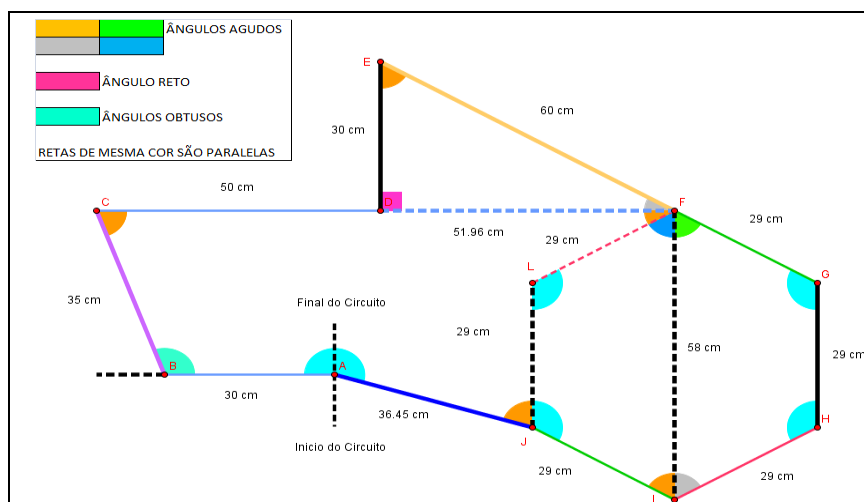


FIGURA 3 – CIRCUITO ADAPTADO PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

FONTE: Os autores

Na proposta desenvolvida para o 6º ano do ensino fundamental são abordados os conceitos de ponto, reta, plano, semirreta, segmentos de reta, posição relativa entre duas retas distintas e ângulos. Como encaminhamento metodológico sugere-se a apresentação e explicação teórica dos conceitos matemáticos e, em seguida, fazer com que os estudantes explorem o circuito, observando os detalhes referentes aos ângulos presentes. Nessa fase do ensino fundamental, deve-se solicitar que os estudantes meçam os

ângulos com o transferidor. Tendo as medidas desses ângulos, podem ser explorados outros conceitos matemáticos por questionamentos como: onde estão situados os segmentos de retas, seus respectivos comprimentos (em cm), a indicação de duas retas paralelas entre si, concorrentes perpendiculares e concorrentes oblíquas; solicitar quais os tipos de ângulos estão expostos na pista; por fim, quais os procedimentos de programação para que o robô percorra o circuito.

A adaptação do circuito para o 7º ano do ensino fundamental prevê que sejam abordados os seguintes conteúdos matemáticos: operações com ângulos e medidas de ângulos. Assim, como encaminhamento pedagógico pode-se solicitar que os estudantes meçam alguns ângulos, internos com o transferidor, e utilizando propriedades de ângulos suplementares e complementares devem indicar a medida dos demais ângulos. Com isso, é possível que os estudantes realizem a programação para que o robô percorra o circuito.

O 8º ano do ensino fundamental é o nível educacional em que se deve abordar os conceitos de ângulos, formados por duas retas paralelas e uma transversal, diagonais de um polígono, perímetro de um polígono, ângulos de um polígono convexo e regular. Dessa forma, o professor pode fornecer as medidas de alguns ângulos e solicitar as demais, por meio dos conceitos indicados anteriormente, bem como, a classificação dos ângulos. Ainda, uma das medidas lineares do circuito deve ser omitida e dado o perímetro do polígono formado, solicitando que os estudantes encontrem essa medida. Pode-se também solicitar que os estudantes identifiquem os ângulos do triângulo retângulo e do hexágono regular, que estão dispostos na pista.

Com relação ao 9º ano do ensino fundamental, os conceitos abordados são os mesmos desenvolvidos com os graduandos de licenciatura em Matemática, visto que o circuito foi criado como forma de verificar conceitos prévios ao ensino médio.

Para adaptação (FIGURA 4) do circuito para o ensino médio, acrescentamos a malha cartesiana, com os eixos x e y .

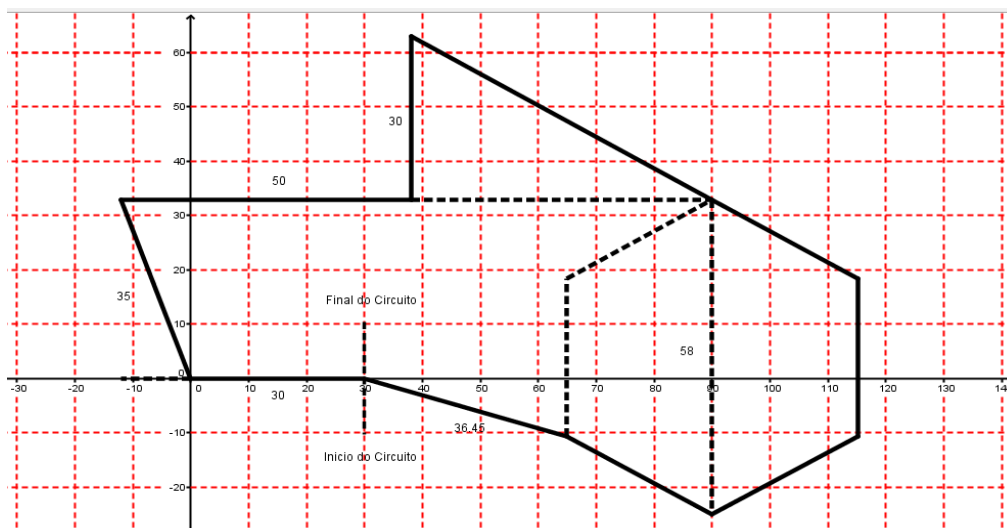


FIGURA 4 – CIRCUITO ADAPTADO PARA O ENSINO MÉDIO

FONTE: Os autores

Os conceitos que podem ser explorados são os de geometria analítica, solicitando a obtenção das medidas dos segmentos por meio do cálculo da distância entre dois

pontos. Pode-se verificar, também, o perpendicularismo e paralelismo entre segmentos, bem como, a medida dos ângulos utilizando os conceitos de geometria analítica. Ampliando os conceitos, é possível solicitar as equações de retas e da circunferência que circunscribe o hexágono, visto que essa figura é regular. Com essas informações, os estudantes podem realizar a programação para que o robô percorra o circuito.

Assim, nesta seção apresentamos algumas sugestões de conceitos, que podem ser abordados nos anos do ensino fundamental e médio, como forma de ilustrar que o circuito desenvolvido é versátil.

3.2. Coleta e análise dos dados da avaliação da atividade pelos participantes

Para o desenvolvimento da prática pedagógica, os 13 participantes foram divididos em quatro equipes, sendo três equipes com três integrantes (E1, E2 e E3) e uma equipe com quatro integrantes (E4). Ao final da prática, os grupos responderam ao questionário composto de sete questões (FIGURA 5).

- 1) Quantos da equipe já tiveram a disciplina CM127 – Fundamentos de geometria?
- 2) Quantos da equipe já tiveram a disciplina CD031 – Desenho geométrico I?
- 3) Vocês tiveram dificuldades na visualização da situação-problema do circuito?
- 4) Quais os conceitos de geometria estão no circuito?
- 5) Vocês tiveram dificuldades na programação? Justifique.
- 6) Vocês tiveram que utilizar a proporção para programar de maneira correta? Houve dificuldades?
- 7) Utilizariam uma proposta igual ou similar para trabalhar na sala de aula?

FIGURA 5 – QUESTIONÁRIO

FONTE: Os autores

As questões **1** e **2** são referentes às disciplinas curriculares do curso de licenciatura em Matemática, que possuem conceitos aplicados no circuito. Cabe ressaltar dois fatos: a disciplina CM127 é ofertada no 2º semestre do curso de licenciatura; a CD031 no 3º semestre; a disciplina (CD036 – Geometria no ensino) em que foi aplicada a prática pedagógica é do 5º período; e apesar de o circuito ter o objetivo de verificar conceitos que são pré-requisitos para o ensino médio, optou-se por realizar essa sondagem a fim de verificar possíveis dificuldades dos licenciandos quanto à falta de apropriação de conceitos nessa fase da escolarização.

Dos 13 participantes, 11 concluíram a disciplina CM127 e os demais estavam cursando (dois acadêmicos integrantes da equipe E2). Quanto à disciplina CD031, nove cursaram a disciplina e quatro estavam cursando (três acadêmicos da equipe E2 e um acadêmico da equipe E4). Essas verificações mostram que apesar de ter uma sequência lógica das disciplinas no curso, que é levada em consideração pelo docente ao planejar as aulas, os estudantes cursam disciplinas que necessitam de conhecimentos prévios sem tê-los. Fato esse que pode indicar algumas das dificuldades ou observações realizadas pelos estudantes. No entanto, também se deve considerar que, para a atividade em questão, tal fato não compromete a aplicação da proposta, pois ao realizá-la em equipes os conhecimentos não apropriados poderiam ser discutidos com os colegas. Ainda, há o fato do circuito ter sido desenvolvido como uma atividade que se exige apenas conceitos prévios ao ensino médio.

Quanto à questão **3**, apenas a equipe E3 indicou que teve dificuldades na visualização das atividades. A equipe E1 afirmou que não teve dificuldades, mas pensando em uma

aplicação no ensino médio, indicou que provavelmente os estudantes teriam dificuldade em visualizar o hexágono regular, bem como os ângulos alternos internos. A equipe E2 afirmou que não houve dificuldades, uma vez que a atividade foi realizada em grupo. Cabe ressaltar que a equipe E2 é formada por estudantes que estão cursando as disciplinas das questões 1 e 2, mostrando que o trabalho em equipe ajudou a enfrentar as dificuldades.

Todas as equipes conseguiram identificar os conceitos abordados (questão 4), algumas com maiores detalhes, como a equipe E2 que descreveu os tópicos e subtópicos dos assuntos.

Os 13 participantes não haviam tido contato com a Robótica Educacional antes da referida prática pedagógica, questionamento esse realizado no início da atividade. No entanto, ao responderem a quinta questão, as quatro equipes indicaram que o software foi de fácil compreensão com ferramentas simples. A equipe E4 indicou apenas a dificuldade gerada por imprecisões, fato esse comunicado a todos que se devem ao atrito, à tração e à inércia, como foi comentado anteriormente.

Ao responderem à questão 6, todas as equipes indicaram ter alguma dificuldade. A equipe E2 indicou que a dificuldade estava relacionada ao cálculo de proporcionalidade. Cabe ressaltar que a proporcionalidade é abordada geometricamente no 7º ano do ensino fundamental e geometricamente na disciplina CD031, disciplina que os integrantes dessa equipe ainda estavam cursando. As demais equipes (E1, E3 e E4) mencionaram que a dificuldade foi apenas referente ao atrito e imprecisões, ou seja, realizaram os cálculos corretamente.

Quanto à questão 8, todas as equipes indicaram que aplicariam a atividade numa turma regular. No entanto, a equipe E2 indicou que para aplicação dessa atividade devem ser realizadas previamente outras com a Robótica Educacional, em nível de dificuldade menor, com a finalidade de familiarizar os estudantes com essa tecnologia. A equipe E4 observou que para essa atividade ser aplicada no ensino médio é necessário maior tempo para o desenvolvimento.

Pelas respostas indicadas pelas equipes, pode-se concluir que as dificuldades apresentadas eram as esperadas, como as imprecisões devido aos atritos, tração, velocidade do protótipo. Isso demonstra a não apropriação dos conceitos no ensino médio ou nas disciplinas da graduação (CM127 ou CD031) pelas equipes, como o caso da equipe E2.

4. Considerações Finais

Esta pesquisa corrobora as afirmações de Kenski (2012) sobre a integração das tecnologias (sendo as “novas” ou as clássicas) em sala de aula. A Robótica Educacional ocorre em sala de aula, não sendo necessários laboratórios específicos, que na maioria das vezes, são compreendidos como anexos ao processo de ensino-aprendizado.

Com a Robótica Educacional é possível abordar conceitos matemáticos e da geometria por meio de recurso que possui proximidade com a Expressão Gráfica (Góes e Góes, 2015; Luz, 2016), de maneira não tradicional, como apresentado na prática pedagógica apresentada neste trabalho.

Procuramos apresentar a potencialidade dessa tecnologia numa área de conhecimento específica (geometria), com o auxílio de atividades investigativas, contribuindo dessa forma com a formação de professores que ensinam matemática. O trabalho desenvolvido mostra uma prática diferente aos futuros docentes, visto que nenhum dos

participantes tiveram contato com a Robótica Educacional antes do descrito neste trabalho.

A versatilidade do circuito desenvolvido, uma vez que apresentamos propostas para outros níveis de ensino, demonstra que a Robótica Educacional pode ser integrada de forma efetiva no ambiente escolar, proporcionando também a inclusão, sem distinção de estudantes, como geralmente ocorre ao serem criadas equipes (por meio de seleções) para competições.

Cabe ainda relatar nestas considerações finais o fato do despertar do interesse dos estudantes ao utilizar a Robótica Educacional. A prática desenvolvida foi concluída por todas as equipes, mesmo ocorrendo em 4 horas-aulas seguidas, no período noturno, em uma sexta-feira – geralmente, neste dia da semana, é verificado que os estudantes esperam que o término da aula seja antes do horário determinando.

Na análise dos dados obtidos com o questionário é possível destacar que os participantes indicam a necessidade de ser realizada, antes da aplicação na Robótica Educacional, a teoria de cada conteúdo. Ainda, devido ao software utilizado, indicam que a programação não fez perder o lúdico e a interatividade que o robô proporciona.

Com base na pesquisa, atividade apresentada e resultados demonstrados, afirmamos que se faz necessário explorar a Robótica Educacional como tecnologia integrada na sala de aula, mostrando como as diferentes áreas de conhecimento podem ser trabalhadas de forma atrativa.

Referências

GÓES, Anderson R. T.; GÓES, Heliza Colaço. **Ensino da matemática: concepções, metodologias, tendências e organização do trabalho pedagógico**. InterSaberes, Curitiba, 2015.

GOMES, Marcelo Carboni. **Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação**. In: LAGO, Clênio (Org.). *Reescrevendo a educação*. Chapecó: Sinproeste, 2007.

KALINKE, Marco Aurélio. **Para não ser um professor do século passado**. Curitiba: Gráfica Exponente, 1999.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologia: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papyrus, 2012.

LUZ, Adriana Augusta Benigno dos Santos. **Produção de materiais e sistemas de ensino**. InterSaberes, Curitiba, 2016.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes curriculares da educação básica: Matemática**. Paraná: Seed, 2008.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1970.

VALENTE, José Armando. Por que o computador na educação? In: VALENTE, J. A. (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp/Nied, 1994.