



Uma proposta para trabalhar polígonos nas aulas de matemática por meio da Robótica Educacional

A proposal to work with polygons in math classes through Educational Robotics

Elisangela Pavanelo

Doutora em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Guaratinguetá– SP - Brasil

elisangela.pavanelo@unesp.br

<https://orcid.org/0000-0003-2926-5793>

Henrique Maciel Cayres

Graduando em Matemática

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Guaratinguetá– SP - Brasil

henriquemaciel00@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6113-2547>

Rogério Rodrigues dos Santos

Doutor em Engenharia Mecânica

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) - SP - Brasil

rsantos9@gmail.com

Resumo

O presente artigo traz uma proposta de atividade que explora conceitos matemáticos de geometria, mais especificamente os polígonos, além de conceitos de programação comuns à Robótica Educacional. Esta proposta de trabalho está em consonância com a abordagem construcionista de Papert, uma vez que um ambiente com fundamentação robótica tipicamente requer a existência de programas responsáveis pela determinação do movimento dos robôs e é propício à experimentação. Inspirada, inicialmente, na linguagem de programação LOGO, a proposta de trabalho constitui uma sugestão de atividade para professores e estudantes da Educação Básica. A utilização do robô para a realização da atividade levou ao desenvolvimento de um *software* denominado “AutoPlay”, responsável pela comunicação entre o computador e o nosso robô. A análise dos referenciais teóricos conjuntamente com a elaboração das atividades permitiu concluirmos que, por meio destas atividades, temos a possibilidade de explorar com os

alunos conceitos relacionados à matemática e programação de uma forma imersiva e relevante. Acreditamos que a presente proposta potencializa a exploração e compreensão dos conceitos, de forma a integrar elementos de Robótica Educacional na modernização do ensino de matemática para a Educação Básica.

Palavras-Chave: Robótica Educacional; Construcionismo; LOGO; Tecnologias digitais; Educação Matemática.

Abstract

This article presents an activity proposal that explores mathematical concepts of geometry, more specifically polygons, as well as programming concepts commonly found in Educational Robotics. The present proposal is in line with Papert's constructionist approach, since an environment with robotics foundation typically requires the existence of programs responsible for determining the movement of robots and is conducive to experimentation. Initially inspired by the LOGO programming language, the present proposal constitutes a suggestion of activity for teachers and students of Basic Education. The use of the robot to carry out the activity led to the development of a *software* called “AutoPlay”, responsible for the communication between the computer and our robot. The analysis of theoretical references together with the elaboration of activities allowed us to conclude that, through these activities, we have the possibility to explore concepts related to mathematics and programming with students in an immersive and relevant way. We believe that this proposal enhances the exploration and understanding of concepts, in order to integrate elements of Educational Robotics in the modernization of mathematics teaching for Basic Education.

Keywords: Educational Robotics. Constructionism. LOGO. Digital technologies. Mathematics Education.

INTRODUÇÃO

Nos dias contemporâneos, percebemos o desenvolvimento acelerado no que diz respeito à tecnologia e robótica, fazendo com que o conhecimento sobre esses temas seja cada vez mais requisitado para o convívio em sociedade e para o mercado de trabalho. Na educação não é diferente, e surge a necessidade de uma mudança nas aulas de matemática em todos os níveis de ensino, haja vista a dificuldade que os docentes possuem em ensinar devido ao baixo interesse por parte dos alunos (SANTOS, 2014). Sendo assim, uma forma de abordar tal problemática é a inserção de tecnologia nas aulas de matemática. Dessa forma, cria-se um ambiente para que um trabalho com tecnologias possibilite que as aulas se tornem mais interativas e imersivas para os alunos.

Autores de diferentes países discutem as possibilidades de contribuição da robótica educacional para a aprendizagem em sala de aula. O trabalho de Alimisis (2013) considera os desafios e questões existentes na prática da robótica educacional. O autor conclui que a ênfase do estudo deve ser direcionada para teoria de aprendizagem em uso, priorizando o currículo ao invés da tecnologia. O autor também reflete sobre a discussão do currículo fundamental para o efetivo aproveitamento da robótica educacional, que deve ser vista como algo de desenvolvimento pessoal (habilidades cognitivas e trabalho em grupo). Ele considera que desta forma as pessoas podem desenvolver seu potencial criativo, e ainda, que as atividades de robótica são relevantes para o estudante, independente da aptidão para o estudo de ciência e tecnologia.

O trabalho de Anwar et al. (2019) apresenta uma revisão da literatura a respeito de robótica educacional. São apresentados os critérios que levaram a seleção de 147 estudos entre os anos de 2000 e 2018. Os estudos foram classificados em cinco categorias: eficácia geral da robótica educacional; aprendizado dos estudantes e transferência de habilidades; criatividade e motivação; diversidade e engajamento; desenvolvimento profissional do professor. No estudo são identificadas as questões norteadoras das pesquisas, elaborada uma síntese da literatura e discutidos os resultados encontrados, estabelecendo referências para os educadores e pesquisadores na área de robótica educacional. Os autores analisaram trabalhos que utilizam a robótica educacional em ambientes de aprendizagem formais e informais, concluindo que a robótica educacional tem potencial como ferramenta de ensino e aprendizagem, incluindo o auxílio a estudantes que não tenham interesse imediato em disciplinas de cunho científico ou tecnológico.

Já o trabalho de Denis e Hubert (2001) apresenta um estudo sobre a robótica educacional como um ambiente de aprendizagem colaborativo. Eles investigam métodos de ensino, dinâmica da sala de aula e a adequação de ferramentas, tais como computadores, material robótico e guias de referência, entre outros. São avaliadas as interações sociais entre os estudantes e o uso do material didático. Os autores enumeram diferentes enfoques para o trabalho com a robótica educacional: desenvolvimento de

situações técnicas próximas daquelas encontradas no ambiente industrial; criação e exploração de mundos virtuais; experimentação assistida por computador associada a conteúdos científicos; abordagem algorítmica de programação. Consideram ainda que o aprendizado colaborativo, presencial ou à distância, em atividades síncronas ou não, apresentam os aspectos de: (i) redução da distância entre professores e alunos; (ii) levam ao aprendizado ativo e criativo, pois existem objetivos a serem atingidos conjuntamente; (iii) favorecem a criação do senso de comunidade.

Segundo Eguchi (2010), há na literatura a predominância de três abordagens principais no estudo de robótica educacional:

- Currículo temático: áreas curriculares são integradas em torno de um tópico especial para estudo e aprendizagem;
- Desenvolvimento de projetos: os estudantes trabalham em grupo para explorar problemas reais;
- Proposição de objetivos: os estudantes participam de competições de robótica, tipicamente em ambiente externo às escolas.

O presente estudo propõe a realização de um conjunto de atividades que utilizam conceitos matemáticos para o estabelecimento do movimento do robô. Desse modo, os conceitos serão apresentados e analisados por meio da especificação de uma sequência de movimentos, adequados para a visualização em ambiente computacional e para a reprodução em um robô real.

Mais especificamente, este artigo pretende apresentar uma proposta de trabalho a partir da robótica, para tratar de conceitos que envolvem a Geometria Plana, tais como polígonos regulares, ângulo externo, bem como conceitos de programação: atribuição de variáveis e laços de repetição. Adicionalmente, o presente estudo sugere também uma reflexão sobre a proposta de trabalho, no sentido de identificar questões que possam ajudar o professor a explorar o conteúdo em sala de aula.

A atividade proposta tem a preocupação de não requerer conhecimentos prévios por parte do instrutor e do estudante, permitindo a exploração do conceito de forma interativa e gradual. Assim, tem-se a possibilidade de sucesso na investigação do conceito matemático, acrescido da perspectiva lúdica e social comuns às atividades de robótica educacional.

A seguir, apresentaremos os referenciais teóricos e bibliográficos que embasaram a presente proposta. Serão abordados os conceitos de Máquinas de Ensinar, propostas por Skinner, e construcionismo, proposto por Seymour Papert.

Em seguida, será apresentada a linguagem de programação LOGO, o *software* de programação “Autoplay” e o robô “HERO”. Estes elementos serão utilizados ao longo da proposta de trabalho.

Posteriormente, será apresentada a proposta, seguida da discussão sobre como um trabalho dessa natureza pode auxiliar os alunos da educação básica em seus estudos de matemática, mais especificamente na unidade temática de Geometria Plana. Além disso, pretendemos a partir das atividades propostas, desenvolver nos alunos um conhecimento relacionado à programação, proporcionando um contato com robótica de forma crítica, construtiva e pedagógica no ambiente escolar. As atividades são propostas de forma que o robô “HERO” percorra polígonos convexos desenhados sobre um material com dimensão suficiente para que os exercícios possam ser realizados de forma prática. Para realizar o movimento do robô, será utilizado o *software* “AutoPlay”, desenvolvido especialmente para esta proposta de trabalho. O *software* foi desenvolvido com base na linguagem de programação LOGO, que também discutiremos neste trabalho.

As atividades aqui apresentadas fazem parte do projeto “Robótica Educacional no ensino de matemática”, que faz parte do Programa Núcleos de Ensino da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Tal programa visa:

[...] co-responsabilizar as instituições partícipes pela qualidade e constante inovação da educação pública, desenvolver ações e práticas

de caráter disciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar, bem como novas experiências pedagógicas e práticas inovadoras, em termos de: Estabelecer parcerias com prefeituras, diretoria de ensino, escolas estaduais e municipais. [...] Formar profissionais competentes, futuros egressos, em consonância com as transformações sociais e tecnológicas. Desenvolver competências docentes relacionadas às suas tarefas de educadores, vistas pela ótica do ensino das disciplinas que lecionam, da aprendizagem dos seus alunos com formação adequada a mudanças que a sociedade nos coloca (Unesp, 2022).

O desdobramento deste projeto prevê a realização de um curso de extensão envolvendo alunos da Educação Básica - Ensino Fundamental II - em uma escola parceira da Rede Pública Estadual de Guaratinguetá, SP.

Em seu formato atual, as atividades foram concebidas e elaboradas pelo aluno bolsista, com a orientação da coordenação do projeto, e discutidas com os professores da escola parceira.

Ao final do presente trabalho, pontuaremos as conclusões e considerações finais, além de apontarmos a necessidade da realização de mais pesquisas que abordem a inclusão de tecnologia e robótica nas salas de aula.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

O ponto de partida da discussão sobre o tema robótica e tecnologia na educação será o trabalho com as Máquinas de Ensinar, um instrumento mecânico e tecnológico proposto e introduzido por Burrhus Frederic Skinner. Tais máquinas foram bastante utilizadas nas décadas de 50 e 60. Skinner adotou os ideais behavioristas propostos por Watson e Pavlov, os quais consistiam no comportamento condicionado por meio de situações repetitivas e sistemas de recompensas. Como exemplo tem-se a ideia de recompensar positivamente uma criança quando esta se comportou adequadamente a uma determinada situação e recompensá-la negativamente no caso de um comportamento inadequado. Assim, a criança estaria sendo condicionada a comportar-se de uma determinada maneira sobre uma determinada situação. Desse mesmo modo, as Máquinas de Ensinar tinham por finalidade estabelecer o aprendizado nos estudantes por meio da instrução programada, a qual foi caracterizada da seguinte forma por Valente:

A instrução programada consiste em dividir o material a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados e denominados módulos sequenciais. Cada módulo termina com uma questão que o aluno deve responder preenchendo espaços em branco ou escolhendo a resposta certa entre diversas alternativas representadas. O estudante deve ler o fato ou conceito e é imediatamente questionado. Se a resposta está correta o aluno pode passar para o próximo módulo. Se a resposta é errada, a resposta certa pode ser fornecida pelo programa ou, o aluno é convidado a rever módulos anteriores ou, ainda, a realizar outros módulos, cujo objetivo é remediar o processo de ensino. (VALENTE, 1993, p.4)

Notamos, portanto, que se tratava dos alunos serem programados pelas máquinas. Segundo Valente (1993), a Instrução Programada e as Máquinas de Ensinar não conquistaram grande popularidade por conta da dificuldade de produção de materiais e falta de padronização entre eles. Além disso, com a introdução dos computadores na sociedade e na educação, o ensino por meio de instruções e módulos poderia ter uma flexibilidade maior.

Segundo Lima (2009), na década de 80, o advento de microcomputadores fez com que o uso de tecnologias na educação passasse a se embasar nos *softwares* do tipo CAI (*Computer Aided Instruction*). Esses programas, de acordo com Lima (2009), funcionam como uma Máquina de Ensinar aprimorada, sem a necessidade de materiais impressos e podendo funcionar de forma mais dinâmica, como adoção de outras formas de atividades. Como reforça Valente (1993), esses *softwares* envolviam tutoriais, programas de demonstração, exercício-e-prática, avaliação do aprendizado, jogos educacionais e simulação. Dessa forma, esses programas faziam com que o computador desempenhasse as mesmas funções que um professor em uma aula tradicional. Percebemos que a ideia do aprendizado do aluno por meio de instrução, bem como as metodologias de ensino onde o aluno é somente ouvinte e receptor de conteúdos se mantêm com essa forma de uso do computador no ambiente educacional.

Em seguida, o uso de computadores passa por uma mudança grande quando Seymour Papert, um matemático de origem sul-africana, propôs e determinou uma nova abordagem completamente diferente daquelas propostas pelas Máquinas de Ensinar e pelos *Softwares* CAI, a qual ele denominou Construcionismo. Para Papert, os computadores podiam e deviam ser utilizados “como instrumentos para trabalhar e

pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias”. (PAPERT¹ apud LIMA, 2009, p. 30) Assim, através dessa nova abordagem, o computador passou a ser visto não somente como instrumento que é capaz de instruir e transmitir conhecimento, mas também como instrumento que faz com que os alunos construam seu próprio aprendizado por meio de sua manipulação. Desse modo, o estudante não aprende mais sendo programado, mas aprende programando. Notamos que, sobre essa abordagem, o discente também assume outros papéis na relação de ensino-aprendizagem além da posição de ouvinte e receptor, visto que, manipulando e programando um computador, ele passa a ser um sujeito de ação nesse processo e, dessa forma, desenvolve seu conhecimento e suas competências. O aprendizado não ocorre mais por meio de um depósito de conhecimentos feito pelo professor, denominado por Freire como “Educação Bancária”, mas ele é algo desenvolvido pelo próprio aluno e pelas suas próprias ações. Reforçamos esse ideal com uma citação de Papert ainda no prefácio de seu livro “Mindstorms”:

[...] a frase “instrução ajudada pelo computador” (computer-aided-instruction) significa fazer com que o computador ensine a criança. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para “programar” a criança. Na minha perspectiva é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais. (PAPERT, 1980/1985, p. 17)

É importante pontuar que, nessa abordagem, o professor não age mais como transmissor de conhecimento, assim como também não fica sem função no processo de ensino. O que ocorre é que ele possui agora o papel de facilitador e mediador. De acordo com Lima (2009), cabe ao docente conhecer as linguagens e processos de programação de computadores para que ele possa auxiliar estudantes que estejam impossibilitados de prosseguir com uma atividade devido à falta de conhecimento sobre um determinado comando ou processo. Além disso, o autor afirma que fica a cargo do professor atuar como mediador entre o discente e a máquina, dessa forma, fazendo

¹ PAPERT, Seymour. A máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. Ed. Ver. Porto Alegre, Artes Médicas, 2008. (Original de 1993)

intervenções e questionamentos que o faça pensar de forma matemática e crítica sobre um determinado exercício e consiga fazer uma reflexão sobre o problema e comunicar suas ideias.

Durante esse período, as linguagens de programação existentes e usadas nos computadores possuíam uma caracterização complexa, seus comandos e processos eram bem rígidos e pouco práticos para se trabalhar com crianças em uma sala de aula. A manipulação dessas linguagens exigia uma exatidão e observação demasiada analítica durante a programação, visto que, até então, essa atividade era realizada somente por profissionais capacitados e não se tinha a pretensão de explorá-la como meio didático.

Pensando nisso, por volta da década de 60, Papert elaborou uma nova linguagem de programação, de forma que esta fosse menos complexa, possuisse vocabulário simples, processos e comandos práticos para a utilização em salas de aula e apresentasse resultados concretos. Essa linguagem foi denominada LOGO.

Inicialmente, seu desenvolvimento relacionava-se “à escrita de poesias, elaboração de jogos de estratégia, entre outros.” (LIMA, 2009, p. 59) Posteriormente, Papert acrescentou à linguagem uma estrutura gráfica, possibilitando que os alunos fossem capazes de desenhar utilizando os comandos propostos e conhecimentos de matemática básica acessíveis aos estudantes da época. Tratava-se de usar a linguagem LOGO para programar um robô, denominado “Tartaruga”, fazendo com que este se movimentasse e demarcasse seu rastro de movimento, de forma a desenhar por meio de seu trajeto, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Crianças programando a Tartaruga para desenhar.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/The-Logo-Turtle-Papert-1980_fig19_331465108

A linguagem LOGO será utilizada para a realização das atividades propostas no presente artigo. Desse mesmo modo, pretendemos utilizar a linguagem LOGO, desenvolvida por Papert, como inspiração na elaboração das referidas atividades, a fim de propor uma metodologia de ensino dinâmica e distinta das usadas em aulas tradicionais de matemática.

Em tempos atuais, o termo “Robótica Educacional” passou a receber mais atenção dos profissionais e estudantes da área da educação. Isso é um reflexo do desenvolvimento tecnológico na sociedade. Portanto, conforme reforçado por Santos (2014), conhecimentos relacionados às novas ferramentas desenvolvidas durante esse processo tornam-se um requisito cada vez mais significativo para o ingresso no mercado de trabalho, além de estar apto às reflexões sobre questões e problemáticas contemporâneas, bem como a realização do pleno exercício da cidadania, conforme consta na quinta competência geral da Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer o protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 9)

Pontuamos ainda que, assim como o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas têm auxiliado a sociedade em geral e levado a mudanças em sua estrutura e funcionamento, o mesmo pode ocorrer a respeito das aulas de ensino básico. De acordo com Papert:

A mesma revolução tecnológica que foi responsável pela forte necessidade de aprender melhor oferece também os meios para adotar ações eficazes. As tecnologias de informação desde a televisão até os computadores e todas as suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a ação a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem. (PAPERT² apud MALIUK, 2009, p. 32)

Santos define o termo robô como “um equipamento que realiza operações de simples à complexas e de forma autônoma, diferentemente de uma máquina que

² PAPERT, Seymour. A máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. Ed. Ver. Porto Alegre, Artes Médicas, 2008. (Original de 1993)

necessita de um humano para ser operada.” (SANTOS, 2014, p. 14). Portanto, trata-se de equipamentos que realizam tarefas das mais variadas formas através não da manipulação manual de um indivíduo, mas sim da manipulação por meio de programas. Um robô é autônomo desde que tenha sido programado previamente por alguém e, desse modo, as operações realizadas por ele representam de forma concreta e sistêmica o raciocínio matemático feito por uma determinada pessoa a fim de solucionar um determinado problema. O fenômeno “programar” faz com que o sujeito necessite expressar sua linha de pensamento e seu esquema de resolução de forma rigorosa para que, mesmo um robô sem capacidade cognitiva, consiga entender o que foi proposto. Desse modo, por meio da programação, é possível construir e exercitar o rigor matemático com alunos do ensino básico, fazendo com que consigam expressar-se matematicamente por meio de algoritmos e desenvolvam suas habilidades e competências comunicativas.

Adicionalmente, o trabalho com robótica na sala de aula faz com que os resultados da realização de um exercício sejam visualizados de forma concreta. Para Santos (2014), a materialização das ações executadas por robôs “aumentam o poder de percepção do aluno para que este possa fazer a depuração e assim atingir mais facilmente seu objetivo.” (SANTOS, 2014, p. 20) Portanto, todos os processos realizados pelos estudantes terão uma interpretação real, visto que se trata de uma situação real em suas vivências, diferente dos problemas matemáticos normalmente abordados em aulas tradicionais, que envolvem ocorrências imaginárias e sem um sentido relevante na vida dos alunos.

Através de todos esses referenciais abordados, justificamos os benefícios que podem ser obtidos nas aulas de matemática e no processo de ensino e de aprendizagem ao utilizar robôs em sala de aula. A seguir serão apresentados os programas, recursos e materiais envolvidos.

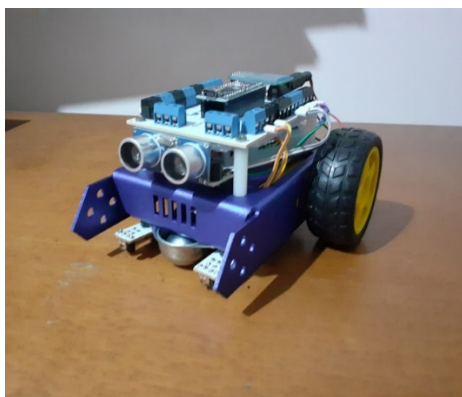
CONHECENDO OS PROGRAMAS E COMPONENTES UTILIZADOS

Ao longo desta seção, apresentaremos os principais componentes utilizados nas atividades. Eles consistem no robô “HERO³” e no *software* “AutoPlay”, responsável pela programação do robô utilizando como inspiração a linguagem LOGO.

O robô “HERO” se trata de um robô para fins educacionais, a interface utilizada para comandá-lo é um aplicativo de celular disponível na página do fornecedor relacionada ao robô, denominado “robô HERO”. A comunicação entre o dispositivo móvel e HERO ocorre via Bluetooth.

Entre os componentes do robô estão: um processador Arduino Nano; uma placa Bluetooth; duas rodas traseiras, cada uma com um motor anexado; uma esfera dianteira capaz de rotacionar para qualquer direção; alimentação feita por quatro pilhas AA; dois sensores infravermelhos, permitindo que o robô seja capaz de seguir linhas previamente marcadas; um sensor de distância, permitindo que o robô desvie de obstáculos; um LED (*Light Emitting Diode*⁴) e uma sirene. Podemos observar o HERO na Figura 2:

Figura 2: robô HERO



Fonte: Os autores.

O aplicativo para dispositivo móvel disponibilizado permite optar pelo comando do robô de maneira análoga a controlar um “carrinho de controle remoto” ou por meio da movimentação do próprio aparelho móvel. Além disso, ele possibilita que o robô

³ O Robô HERO é desenvolvido pela OPENROBOTICS, uma empresa focada em auxiliar escolas na formação de jovens inovadores por meio da Robótica Educacional.

⁴ Tradução: Diodo Emissor de Luz

percorra linhas escuras demarcadas sobre um fundo claro de forma autônoma, acione a buzina e o LED quando pressionado seus respectivos botões, e movimente-se automaticamente e mude o sentido do movimento cada vez que se aproxima de um objeto. A Figura 3 ilustra a tela do aplicativo:

Figura 3: Tela do aplicativo “robô HERO”



Fonte: Os autores.

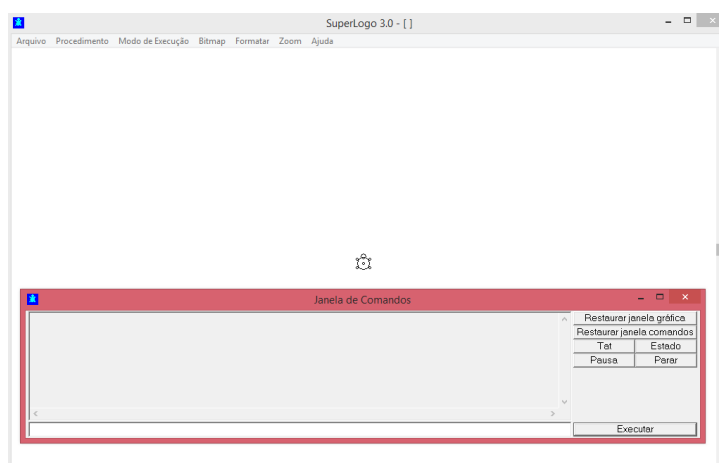
O HERO pode comunicar-se com outros aplicativos de dispositivo móvel e até mesmo computadores. Para isso, poderão ser necessárias alterações na programação da placa “Arduino” do robô.

Para a atividade proposta, necessitamos somente da capacidade de locomoção do HERO. Em busca de fazer com que sua movimentação fosse determinada através da linguagem de programação semelhante ao LOGO, desenvolvemos um *software* compatível com computadores que utilizam Sistema Operacional “Windows” denominado “AutoPlay”. Dessa forma, o robô teria uma função prática semelhante à função da “Tartaruga” de Seymour Papert, exceto pelo fato do HERO não ser capaz de demarcar trajetos. Antes de uma apresentação mais detalhada do *software*, faremos uma breve apresentação da linguagem LOGO, utilizando o *software* também compatível com Windows “SuperLogo 3.0⁵”

⁵ O *software* SuperLogo 3.0 foi desenvolvido por George Mills e Brian Harvey, da Universidade de Berkeley, e foi traduzido e adaptado pela equipe do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Como já mencionado na seção ‘Referenciais Teóricos’, a linguagem LOGO comanda a movimentação da Tartaruga de Papert, fazendo com que ela deixe seu trajeto marcado e, assim, realize desenhos. O *software* SuperLogo 3.0 consiste em uma simulação digital da Tartaruga e do fundo por onde ela percorre, conforme ilustrado na Figura 4:

Figura 4: SuperLogo 3.0 com uma versão digital da Tartaruga e o fundo por onde ela caminha.



Fonte: Os autores.

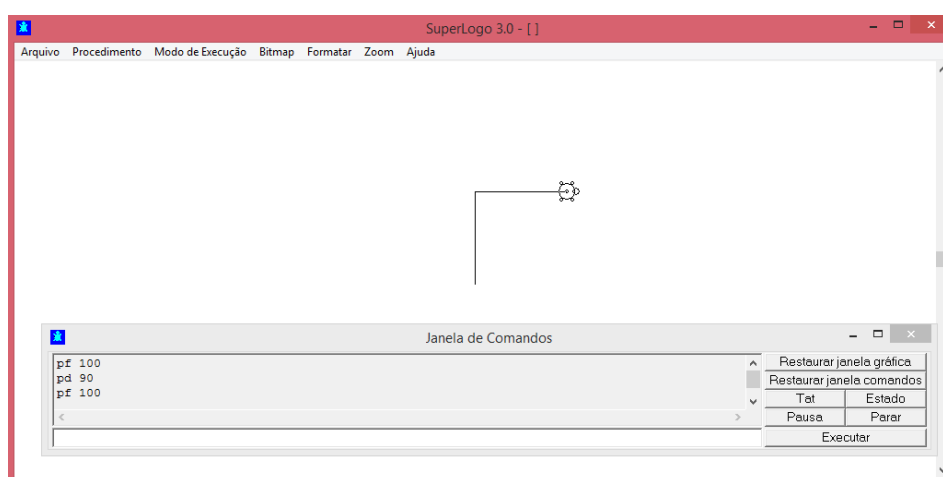
Além da Tartaruga e o fundo em versão digital, o *software* apresenta uma janela de comandos. Através dessa janela, digitam-se os comandos visando uma movimentação específica da Tartaruga digital e, por fim, pressiona-se o botão “executar”. Dessa forma ela vai comportar-se de acordo com o comando recebido.

Como a linguagem LOGO é voltada para o trabalho com crianças em sala de aula, seus comandos possuem um vocabulário simples. Apresentamos a seguir os comandos que fazem com que a Tartaruga percorra um trajeto retilíneo, realize curvas e execute repetições de uma determinada ordem de movimentos.

Para fazer com que a Tartaruga se movimente “x” pixels à frente traçando um trajeto retilíneo, usa-se o comando “parafrente x” ou “pf x” (o fato das expressões estarem escritas em letras maiúsculas ou minúsculas é irrelevante para todos os

comandos). Para traçar um movimento retilíneo retardado, usa-se o comando “paratrás x” ou “pt x”. Utilizando o comando “paradireita x” ou “pd x” a Tartaruga gira “x” graus à direita em torno de si mesma. Analogamente, o comando “paraesquerda x” ou “pe x” faz com que ela gire “x” graus à esquerda. A Figura 5 apresenta uma série de comandos onde a Tartaruga se movimenta 100 pixels para frente, realiza uma curva de 90° à direita e movimenta-se novamente 100 pixels para frente:⁶

Figura 5: Um exemplo de trajeto realizado pela Tartaruga digital no *software* SuperLogo 3.0.

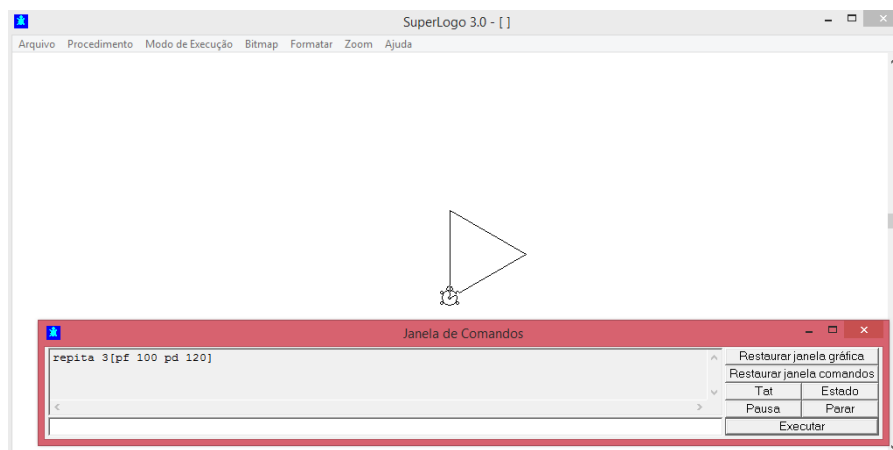


Fonte: Os autores.

A linguagem LOGO também possibilita a criação de laços de repetição de comandos. Desse modo, é possível a realização de uma determinada ordem de comandos repetidas vezes, sendo que a quantidade de repetições realizadas é determinada pelo usuário que está programando. Para isso, utiliza-se o comando “repita x[c1]”, em que “x” representa a quantidade de repetições no laço e “c1” representa a ordem de comandos que se pretende executar repetidas vezes. Na figura 6, percebe-se que a Tartaruga realiza a ordem de comandos “pf 100” seguido de “pd 120” 3 vezes repetidas, determinando assim um triângulo equilátero:

⁶ Para que a ‘tartaruga’ faça um ângulo de 90° os comandos utilizados foram: pf 100, pd 90, pf 100.

Figura 6: Utilizando um laço de repetição para determinar um triângulo equilátero.



Fonte: Os autores.

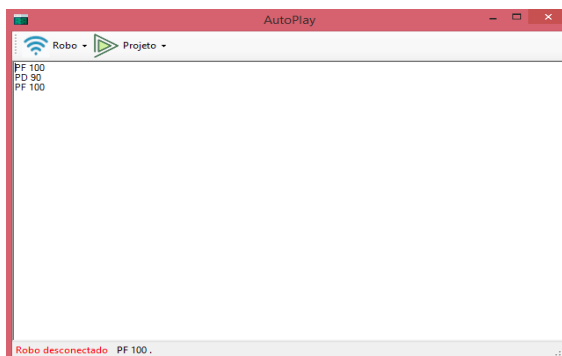
Essa possibilidade de percorrer trajetos que determinam polígonos regulares usando a linguagem LOGO é bastante utilizada como inspiração para as atividades propostas neste trabalho. Enfatizamos também que esta linguagem dispõe de muitas outras funções e comandos.

Por fim, apresentamos o *software* “AutoPlay”. Tal *software* faz uma tradução dos comandos inspirados na linguagem LOGO para comandos que o robô HERO compreende e executa. Dessa forma, o robô passa a receber comandos por meio da referida linguagem e executa movimentos de forma semelhante aqueles que a Tartaruga de Papert, exceto pelo fato de não deixar seu trajeto traçado. Portanto, torna-se possível trabalhar com robôs em sala de aula utilizando LOGO. Para isso, é necessário conectar o computador, onde o AutoPlay esteja instalado com o HERO via Bluetooth, podendo ser necessário o uso de um adaptador Bluetooth no PC. Após a conexão, executa-se o programa, pressiona-se o botão “Robo”, seleciona-se a porta em que o robô esteja conectado e pressiona-se o botão “ligar”.

Os comandos utilizados no AutoPlay, para programar o robô HERO são os mesmos mencionados na apresentação da linguagem LOGO, exceto pelo fato de que a grandeza de deslocamento não se trata mais de pixels, e sim uma unidade de distância escolhida pelo programador, como por exemplo milímetros, centímetros, etc. Para

executá-los, deve-se digitar o conjunto de comandos na caixa de texto, e em seguida pressionar o botão “Projeto” e pressionar “Mover” (ou simplesmente digitar os comandos e pressionar F8 no teclado). A Figura 7 ilustra a janela do AutoPlay:

Figura 7: Janela do *software* “AutoPlay”

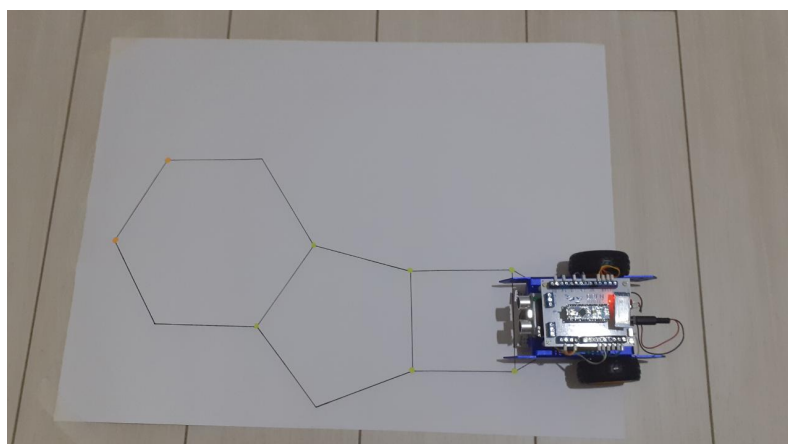


Fonte: Os autores

Podemos notar que este *software* não apresenta imagens gráficas, diferente do SuperLogo 3.0, visto que os resultados obtidos com a programação são observados diretamente nos movimentos do robô HERO. Desse modo, foi possível programar um robô usando linguagem inspirada na programação LOGO. Assim, as atividades propostas envolvem o uso do HERO, funcionando de forma análoga à Tartaruga de Papert, sendo comandada com o *software* AutoPlay.

As atividades foram desenvolvidas para que o HERO, ao invés de realizar desenhos e traços, percorra um trajeto previamente determinado. Para isso, é interessante o uso de papéis cartolina fixados no chão para que estes contenham as ilustrações que devem ser percorridas pelo robô e funcionem como um tapete por onde o robô possa se locomover. A Figura 8 ilustra um tapete referente a um dos exercícios propostos na atividade:

Figura 8: Tapete referente a um dos exercícios propostos na atividade



Fonte: Os autores.

Para que o HERO realize as curvas de forma adequada, é necessário que este seja posicionado de forma que o ponto de partida do trajeto esteja sob o ponto médio entre as rodas traseiras.

A seguir são detalhadas as atividades propostas.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Ao longo desta seção serão descritas as atividades utilizando o robô HERO e a programação no *software* AutoPlay.

A atividade aqui apresentada foi elaborada como parte do projeto intitulado “Robótica Educacional no ensino de matemática”, do Programa Núcleos de Ensino da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). A presente discussão consiste de um estudo exploratório que, de acordo com Gil (2002), tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com a problemática a ser investigada, oportunizando um aprimoramento de ideias.

O projeto é dividido em duas partes. A primeira contempla o estudo teórico a respeito da teoria construcionista de Papert, da robótica educacional, do *software* LOGO e o desenvolvimento do *software* AutoPlay. Já a segunda parte prevê a elaboração de um curso de extensão para alunos da Educação Básica. Tais atividades foram estruturadas e

elaboras pelo aluno bolsista, com a orientação da coordenação do projeto e discutidas, posteriormente, com os professores da escola parceira.

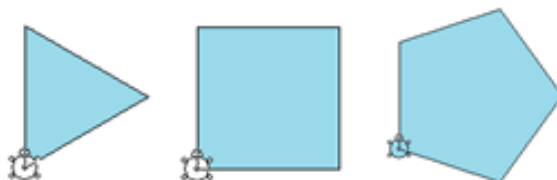
Desse modo, o presente trabalho traz uma proposta, tanto de atividade envolvendo o *software* LOGO e a robótica educacional, quanto de um modelo de trabalho em sala de aula pelo professor.

A proposta de trabalho é composta por três atividades. O público alvo são os alunos do Ensino Fundamental II que já tenham algum conhecimento sobre Geometria Plana e polígonos, independente do ano em que estejam. Os principais objetivos são: enfatizar o aprendizado sobre os tópicos mencionados; possibilitar aos alunos o contato com robótica, muito presente na sociedade e no mercado de trabalho atual, e realizar uma introdução sobre conceitos de programação. Mediante a provável impossibilidade de disponibilizar um robô e um computador para cada estudante, é sugerida a organização dos estudantes em grupos de acordo com a disponibilidade desses componentes.

Recomenda-se inicialmente o tempo de 50 minutos para que os alunos se familiarizem com o robô, conheçam os comandos de movimento e seu uso através do *software*. Para isso, é preciso informar os comandos aos discentes, apresentá-los ao *software* de programação e seu funcionamento e, por fim, deixar que eles comandem o HERO livremente, sem a necessidade de realização de uma atividade específica. É muito importante que seja disponibilizado esse tempo de familiarização, evitando que os alunos apresentem dificuldades técnicas durante a realização das atividades propostas. Passado esse período de adaptação, inicia-se o desenvolvimento das três atividades, em sequência. Na primeira atividade, é solicitado que os estudantes façam com que seus respectivos robôs percorram suas respectivas ilustrações em seus tapetes, onde estão traçados polígonos regulares distintos entre si, conforme apresentado na Figura 9:

Figura 9: Primeira atividade proposta.

1. Utilizando o Software AutoPlay em conjunto com o Robô HERO, bem como conceitos já estabelecidos a respeito de polígonos, faça com que o robô percorra um dos polígonos regulares de sua preferência. Tome nota dos comandos utilizados. (1 = ???)



- a. Quais são os dados necessários para que o robô conclua com êxito o trajeto desse polígono?
- b. Foi possível observar alguma repetição ou padrão a respeito dos comandos utilizados? Seria possível a realização de movimento equivalente a todos esses comandos usando um comando “repita”? Caso sim, como foi possível determinar a quantidade de repetições?
- c. Faça com que o robô percorra um polígono regular diferente do anteriormente escolhido. Mantenha a medida do lado e tome nota dos comandos. Use esse novo polígono para responder os itens “d” e “e”.
- d. Quais são os dados necessários para que o robô conclua com êxito o trajeto desse novo polígono?
- e. Foi possível observar alguma repetição ou padrão a respeito dos comandos utilizados? Seria possível a realização de movimento equivalente a todos esses comandos usando um único comando? Caso sim, como pode-se determinar a quantidade de repetições?
- f. Baseado nas reflexões construídas nos tópicos anteriores, o que é preciso para fazer com que o robô trace um polígono regular qualquer usando o comando “repita”?

Fonte: Os autores.

Solicita-se primeiramente que os alunos escolham um polígono para percorrer com o robô. É importante destacar que existem várias formas distintas dos alunos conseguirem concluir esse processo com êxito, ou seja, existem várias combinações de comandos que possam ter como trajeto resultante o mesmo polígono. Dessa forma, a princípio não há uma única resolução que deve ser aceita pelo professor, visto que, neste momento, é importante apenas que os estudantes tomem conhecimento do que é preciso para percorrer o trajeto. Pontuamos ainda que o docente deve orientar os alunos por

meio de questionamentos, jamais entregando uma resposta pronta, atuando assim de acordo com seu papel de mediador.

Em seguida, propõe-se o questionamento a respeito dos dados necessários para percorrer o polígono selecionado com êxito, ou seja, quais elementos presentes na figura foram essenciais para concluir a programação. Tal questionamento tem como finalidade fazer com que os alunos percebam que, para concluir o trajeto, é preciso ter conhecimento sobre o número de lados do polígono e da medida, em graus, de seus ângulos externos. Assim, o professor pode aproveitar para discutir e relembrar esses conceitos de geometria com os discentes, tendo o auxílio do robô e da atividade.

Posteriormente, recomenda-se uma discussão com os alunos a respeito do exercício de percorrer o polígono com o robô de forma a identificar algum padrão de comandos, ou seja, se houve algum comando ou conjunto de comandos que se repetiu ao longo do programa. Uma vez que os estudantes tenham percebido os padrões presentes na programação para que o robô percorra um polígono, solicita-se que tentem construir um programa visando o mesmo trajeto, porém utilizando o comando “repita”, que é um comando próprio para fazer com que o robô execute uma sequência de comandos repetidamente. A seguir, questiona-se qual o comando ou conjunto de comandos que estão presentes dentro do laço de repetição e como é possível determinar o número de repetições, com a finalidade de que compreendam a relação entre o número de lados do polígono a ser percorrido e a quantidade de vezes que o robô realiza um determinado movimento. Desse modo, são trabalhados conceitos de estruturas de repetição, comuns no estudo de linguagens de programação. Pode-se aproveitar também para questionar a condição do polígono que determina a presença de movimentos e comandos repetitivos realizados pelo robô, fazendo com que consigam relacionar a condição de regularidade do polígono com a repetição de comandos.

A seguir, propõe-se que os alunos escolham um novo polígono e estabeleçam a sequência de ações, tomando nota dos comandos utilizados. Podem-se utilizar os mesmos processos e os mesmos questionamentos realizados anteriormente ao percorrer

o primeiro polígono. Dessa forma, pretende-se promover a generalização das ideias e conceitos discutidos inicialmente, ou seja, proporcionar um ambiente em que compreendam que as conclusões e observações feitas também são válidas para outros polígonos regulares. Assim, eles constroem conhecimentos de polígonos regulares por meio de atividades de Robótica Educacional, bem como através do diálogo presente em sala de aula.

Por fim, propõe-se o questionamento sobre o que é preciso fazer para que o robô percorra um polígono regular qualquer por meio do comando “repita”. Desse modo, leva-se o discente à compreensão de que, para que o robô faça o trajeto de um polígono regular, é necessário que seja conhecido o número de lados do polígono e a medida de seus ângulos externos. Desta reflexão surge o conceito de variável, isto é, valores não fixos que devem ser informados pelo usuário e que interferem diretamente no resultado apresentado pelo programa. Sem cometer qualquer equívoco matemático, podemos dizer que o resultado da programação está em função de suas variáveis, visto que, cada valor distinto atribuído às variáveis determina um resultado diferente. Portanto, enfatizamos o fato de que o polígono regular determinado pelo trajeto do robô depende do número de lados e da medida do ângulo externo especificado, sendo que a alteração desses parâmetros determina um novo polígono. O professor pode aproveitar para solicitar que os estudantes informem como seria a estrutura de um programa com o objetivo de fazer com que o robô percorra um polígono regular com um determinado número de lados e uma determinada medida de ângulo externo. Além disso, pode-se suscitar a discussão com os alunos sobre a relação entre o número de lados de um polígono regular e a medida de seus ângulos externos e, posteriormente, solicitar que construam a estrutura de um programa que faça com que o robô percorra um polígono regular com um determinado número de lados ou um determinado ângulo externo.

Desse modo, serão desenvolvidos conceitos tanto de polígonos, no que diz respeito ao ângulo externo dos polígonos regulares e sua relação com o número de lados, quanto conceitos de programação, envolvendo conceitos de variáveis e laços de repetição.

Na segunda atividade, solicita-se aos alunos que façam o robô percorrer um trajeto de um polígono, dessa vez sem o auxílio de um percurso no tapete, conforme a Figura 10:

Figura 10: Segunda atividade proposta.

2. Agora, sem o auxílio de uma figura no tapete, marque a posição de início do robô e faça com que ele percorra um trajeto que determine um polígono regular.
 - a. No que diz respeito ao movimento do robô, o que é necessário para que seu trajeto forme um polígono? Há alguma exceção?
 - b. O que isso pode reforçar em relação às propriedades de um polígono?
 - c. O que é um polígono tomando como base o trajeto do Robô?

Fonte: Os autores.

Assim, os estudantes deverão programar o robô com a finalidade de que o trajeto realizado por este determine um polígono regular qualquer, sem uma imagem no piso que possa ser usada como referência. Portanto, o discente não irá mais comandar o percurso de um polígono pré-determinado pela atividade, mas sim estabelecer a trajetória de uma geometria que tenha partido de sua escolha.

Posteriormente, podem-se discutir quais os requerimentos para que o trajeto do robô determine um polígono, ou seja, qual condição sobre sua movimentação deve ser satisfeita para que se possa afirmar que o trajeto do robô descreveu um polígono, mesmo sem a presença de uma ilustração de referência no tapete. Portanto, destaca-se o interesse da discussão e questionamento com os estudantes e, assim, favorecer a compreensão de que a condição que determina que o robô de fato percorra o trajeto de um polígono é a que “sua posição final seja equivalente à sua posição inicial, sendo que este realizou curvas somente para um lado”. Ou seja, ao final da execução de todos os movimentos, o robô deve estacionar no mesmo local no qual estava antes de qualquer execução do programa. Estando sobre o mesmo ponto e apontando para o mesmo sentido, e deve ter realizado curvas somente para um lado, direito ou esquerdo, sem que tenha feito o movimento de ré.

Além disso, um ponto interessante a se questionar consiste em saber se existem exceções, por exemplo, quando o robô percorre um trajeto aberto e simplesmente retorna à posição inicial pelo mesmo caminho em que avançou, ou então quando, em algum ponto do trajeto, ocorre um cruzamento de segmentos.

Em seguida, pode-se questionar qual propriedade dos polígonos é explorada com base neste exercício. Neste processo, torna-se importante avaliar a posição do robô, ao final da execução, de forma a apontar para o mesmo sentido em que apontava em seu estado inicial, no caso deste ter realizado curvas somente para um lado. Assim, os alunos poderão compreender que, ao percorrer um polígono o robô aponta para o mesmo sentido em que apontava em seu estado inicial, de forma que a inclinação resultante de todas as curvas que o robô realizou durante a execução do trajeto é de 360 graus. Dessa forma, verifica-se uma das propriedades de um polígono, consistindo no fato da soma de seus ângulos externos resultarem em 360 graus.

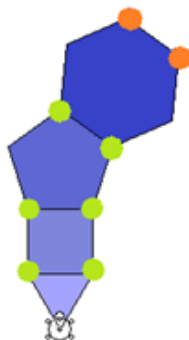
Por fim, solicita-se aos alunos a elaboração de uma definição de polígonos, tomando como base o trajeto realizado pelo robô e as observações registradas nas atividades anteriores. Desse modo, propõe-se uma discussão com os alunos para o desenvolvimento da ideia de que polígono é um trajeto determinado pelo robô no qual este realiza curvas somente para um lado e termina a execução do movimento posicionado da mesma forma em que se encontrava antes de iniciá-la, sendo que ele deve retornar à posição inicial sem que sobrescreva o mesmo caminho pelo qual avançou.

Assim, é possível investigar as propriedades dos polígonos e até mesmo elaborar uma definição envolvendo os artifícios de robótica. Dessa forma, os alunos têm a oportunidade de compreender polígonos de uma forma concreta e sobre um novo ponto de vista.

Na terceira e última atividade, são propostos desafios aos alunos, consistindo em percorrer com o robô uma figura ilustrada no tapete composta por polígonos regulares, conforme apresentado na Figura 11:

Figura 11: Terceira atividade proposta

3. Observe a imagem a seguir e realize as atividades propostas. Considere que todos os polígonos presentes na figura são polígonos regulares. (1 = ???)



- a. Coloque o robô na posição inicial determinada pela imagem e faça com que ele percorra um trajeto até um dos pontos laranjas passando por todos os pontos verdes presentes. Tome nota dos comandos utilizados.
- b. Em seguida, coloque novamente o robô na posição inicial e faça com que ele percorra um trajeto até um dos pontos laranjas passando pela menor quantidade possível de pontos verdes possíveis. Tome nota dos comandos utilizados.

Fonte: Os autores.

Observa-se que a figura a ser percorrida consiste em um conjunto de polígonos regulares, desde o triângulo regular até o hexágono regular, com os lados equivalentes entre si e alguns pertencendo a mais de um polígono. Além disso, existem pontos verdes e laranjas sobre alguns dos vértices dos polígonos.

Inicialmente, solicita-se aos alunos que determinem a sequência de comandos para percorrer os polígonos de forma que o robô passe por todos os pontos verdes e repouse sobre um dos pontos amarelos. Em seguida, eles devem movimentar o robô até a posição inicial e fazer com que este novamente transite pelos polígonos até alcançar um dos pontos de cor laranja. Desta vez, passando pelo menor número possível de pontos verdes. Assim, propõe-se um desafio, além da necessidade de simplesmente descobrir os ângulos externos dos polígonos. Em certos momentos as curvas que o robô deverá realizar não serão equivalentes à inclinação externa de um polígono. Assim, torna-se importante observar ângulos internos e externos dos polígonos para descobrir

as inclinações das curvas que o robô deverá realizar durante o movimento. Dessa forma, o desafio exige o pensamento matemático por parte dos alunos, estimulando a capacidade de observação dos discentes durante a análise dos polígonos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme pontuado nos referenciais teóricos do texto, o desenvolvimento das tecnologias digitais e da robótica na sociedade também possibilitou o trabalho com estes temas em sala de aula, permitindo uma abordagem prática e contextualizada. Tem-se ainda a necessidade crescente do domínio desses recursos tecnológicos para o pleno convívio social e o pleno exercício da cidadania, justificando o trabalho com robótica em sala de aula.

O presente estudo apresentou uma proposta de trabalho composta por três atividades. Ao longo do desenvolvimento das atividades, elementos de geometria, movimento, repetição e referencial estão combinados e se complementam durante o estudo. Foram exploradas algumas possibilidades que a Robótica Educacional proporciona para o desenvolvimento, tanto de conceitos matemáticos, polígonos neste caso, quanto a conceitos de programação, voltados à lógica. Além disso, destacamos a oportunidade de uma abordagem voltada à prática, que possibilita a compreensão dos conceitos a partir de um ponto de vista diferente.

Ressaltamos a importância de se desenvolver as atividades com os alunos por meio de discussões, criando um ambiente para que eles tenham meios de compreender os conceitos trabalhados através de suas próprias observações e pela troca de experiências. Desse modo, o desenvolvimento da proposta vai ao encontro do que diz a abordagem construcionista de Papert, fazendo com que o estudante aprenda na medida em que elabora programas, construindo seu próprio conhecimento.

Assim, acreditamos que um ambiente escolar envolvendo a Robótica Educacional tem potencial de aprimorar o ensino de matemática na Educação Básica. Dessa forma, como as pesquisas neste ramo ainda são recentes, apresentamos aqui um

caminho para que mais trabalhos nesta linha sejam realizados, fazendo com que as experiências desenvolvidas e os resultados obtidos proporcionem possibilidades de transformação da sala de aula de matemática a partir da robótica.

REFERÊNCIAS

ANWAR, S.; BASCOU, N.A.; MENEKSE, M.; KARDGAR, A. **A systematic review of studies on educational robotics**. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 9(2), p.2, 2019.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. **Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

DENIS, B.; HUBERT, S. **Collaborative learning in an educational robotics environment**. Computers in human behavior, 17(5-6), pp.465-480, 2001.

EGUCHI, A. **Educational robotics theories and practice: Tips for how to do it right**, Robotics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, vol. 193, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2002.

LIMA, M. R. de. **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de computadores no ensino superior**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São João Del-Rei. Minas Gerais.

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. 1ª ed. Tradução: Brasiliense, São Paulo, 1985.

SANTOS, F. M. dos. **Robótica educacional – potencializando o ensino da matemática**. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Rio de Janeiro.

UNESP, https://prograddb.unesp.br/nucleo_ensino/. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. In: Computadores e conhecimento: repensando a educação. 1ª ed. Campinas, NIED-Unicamp, 1993.

Submetido em 28/08/2021.

Aprovado em 22/06/2022.