

Atividade de Programação Computacional para a Aprendizagem de Matemática na Educação Básica

Computational Programming Activity for Learning Mathematics in Basic Education

Odete Sidericoudes^{*a}; Maria Elisabette Brisola Brito Prado^a; Fátima Aparecida da Silva Dias^{ab}; Viviane Aparecida Bento^a; Tatiane Caldeira dos Santos Bernardo^a; Michel dos Santos Silva^b

^aUniversidade Anhanguera Unopar, Programa de Pós-Graduação em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias. PR, Brasil.

^bUniversidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. MS, Brasil.

*E-mail: sidericoudes@gmail.com

Resumo

O uso da tecnologia na educação já tem uma história de quatro décadas, no entanto, a realidade nos mostra que há um descompasso entre o rápido e grande avanço das tecnologias e o processo de apropriação do seu uso pedagógico no contexto escolar. Esse descompasso é preocupante, pois a sociedade atual está cada vez mais tecnológica e demanda da educação preparar os estudantes para desenvolver competências e habilidades para lidar com as características da cultura digital. A Base Nacional Comum Curricular – BNCC orienta a importância da integração das tecnologias na Educação Básica, inclusive, na área de Matemática destaca também o Pensamento Computacional. Como este conceito se pauta nas ideias de Papert, desde a criação da Linguagem de Programação Logo, este artigo que se trata de um estudo teórico tem por objetivo apresentar e discutir características da atividade de programação em Logo que exploram conceitos matemáticos, relacionados à Geometria Plana, Geometria Analítica e Trigonometria utilizados na Educação Básica. Este olhar para passado nos faz refletir sobre o presente e as demandas que se desenham frente ao avanço das tecnologias digitais e o contexto educacional, isto porque, a atividade de programação Logo imprime uma nova maneira de o aluno aprender matemática pautada nos pressupostos construcionistas, que se viabiliza por meio da espiral de aprendizagem. Para tanto, é necessário propiciar a formação inicial e continuada do professor numa perspectiva que contempla a integração dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo, neste caso, matemático.

Palavras-chave: Linguagem de Programação Logo. Matemática. Construcionismo. Espiral da Aprendizagem.

Abstract

The use of technology in education has a history of four decades. However, reality shows us that there is a mismatch between the rapid and great advancement of technologies and the process of appropriation of their pedagogical use in the school context. This mismatch is worrying, since today's society is increasingly technological and demands that education prepare students to develop skills and abilities to deal with the characteristics of digital culture. The National Common Curricular Base - BNCC guides the importance of integrating technologies in Basic Education, including in the area of Mathematics, also highlighting Computational Thinking. Since this concept is based on Papert's ideas, since the creation of the Logo Programming Language, this article, which is a theoretical study, aims to present and discuss characteristics of the Logo programming activity that explore mathematical concepts, related to Plane Geometry, Analytical Geometry and Trigonometry used in Basic Education. This look at the past makes us reflect on the present and the demands that arise in the face of the advancement of digital technologies and the educational context, because the Logo programming activity provides a new way for students to learn mathematics based on constructionist assumptions, which is made possible through the learning spiral. To this end, it is necessary to provide initial and ongoing teacher training from a perspective that includes the integration of pedagogical, technological and content knowledge, in this case, mathematics.

Keyword: Logo Programming Language. Mathematics. Constructionism. Learning Spiral.

1 Introdução

As discussões sobre como ensinar Matemática na Educação Básica perduram e ganham espaço nas discussões entre os pesquisadores na área de Educação Matemática, uma vez que o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB continua mostrando durante várias décadas os baixos índices de aproveitamento e desempenho em Matemática dos alunos. As pesquisas apontam que alguns fatores influenciam essa situação, tais como: metodologias de ensino, fatores socioeconômicos, formação do professor e ainda uma visão cristalizada de alguns professores que associam a dificuldade de o aluno aprender conceitos matemáticos por serem algo

muito abstrato.

Dentre esses fatores, destacamos a metodologia do ensino de matemática, que ainda vem sendo desenvolvida com foco na exposição de fórmulas, procedimentos e de aplicação de regras. Essa forma de ensinar matemática muitas vezes impacta negativamente no processo de aprendizagem dos alunos. De que adianta os alunos memorizarem as regras ou fórmulas se não conseguem atribuir significado e tampouco utilizar um conceito matemático em situações do dia a dia? Esse método de ensino contribui para que o aluno perca a sua autoconfiança na intuição matemática, desencorajando-o a buscar soluções alternativas na resolução dos problemas.

Ressaltamos a importância de utilizar as metodologias

ativas que envolvam os alunos em atividades práticas, como por exemplo, resolução de problemas, projetos colaborativos e jogos matemáticos. A escola precisa propiciar ao aluno a explorar as ideias matemáticas, instigando o pensamento crítico e o desenvolvimento do raciocínio lógico, assim como, a capacidade de identificar padrões, fazer inferências e construir argumentos. Essas habilidades são essenciais em diversas áreas da vida. Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, tais aspectos são destacados para que o ensino tenha o compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático,

definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas (Brasil, 2018, p.266).

D’Ambrósio (1986) enfatiza que a matemática deve ser vista como uma ferramenta útil para resolver problemas do mundo real. Ao conectar os conceitos matemáticos com situações do cotidiano, os alunos reconhecem a relevância daquilo que estão aprendendo. Assim, numa perspectiva que contempla o uso pedagógico de tecnologias digitais no ensino de matemática, o aluno tem a possibilidade de visualizar conceitos abstratos, fazer simulação de experimentos e novas formas de representação de conceitos.

Em se tratando do uso pedagógico das tecnologias digitais, D’Ambrósio resgata no prefácio do livro intitulado “O computador Portátil na escola – Mudanças e Desafios nos processos de ensino e aprendizagem”, autoria de Almeida e Prado (2011), momentos que marcaram o início da trajetória da tecnologia na educação no país, ao mencionar a vinda de Seymour Papert e Marvin Minsky (pesquisadores do MIT) no Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação da Unicamp em 1975. Nesse contato com pesquisadores brasileiros foi apresentada e discutida as ideias poderosas envolvidas no processo de criação de uma linguagem computacional denominada Logo. Essa linguagem configura-se numa nova abordagem pedagógica voltada para crianças e pessoas de diversas áreas de formação aprenderem a programar o computador.

Assim, no Brasil, conforme salienta Tavares (2002), foi na década de 80 com a chegada dos *Personal Computers* e aplicativos que cresceram as possibilidades de utilização de ambientes potencialmente poderosos que podem proporcionar o aprendizado da matemática, sendo inicialmente um desses recursos didáticos a Linguagem de Programação Logo¹.

Nessa época, o desenvolvimento de softwares nacionais ainda era restrito e a Linguagem de Programação Logo,

principalmente por ter sido criada com bases em princípios educacionais distintos da visão mecanicista e reprodutora do sistema de ensino, instigava os educadores a se aproximarem da tecnologia.

De fato, no início da década de 80, com a disseminação da informática na sociedade, o governo brasileiro e pesquisadores de universidades desenvolveram um projeto de implantação do uso do computador no contexto educacional denominado de EDUCOM. Esse projeto, segundo Andrade e Lima (1993), foi desenvolvido em cinco universidades públicas do país, marcando o início de uma trajetória inovadora para o contexto das escolas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, aliado à pesquisa e ao desenvolvimento de novas metodologias bem como de softwares educacionais. Além disso, o Projeto favoreceu a aproximação entre pesquisadores e profissionais das áreas de exatas e humanas, dando um caráter interdisciplinar para o trabalho de informática na educação. Segundo Prado (2003), para desenvolver as ações deste projeto, os educadores tiveram que aprender a lidar com os aspectos computacionais, fato este que demandava um olhar mais sensível dos profissionais da área de tecnologia para as questões relacionadas ao ensino e a aprendizagem.

Dentre as universidades participantes do projeto EDUCOM², o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED-UNICAMP) e do Laboratório de Estudos Cognitivos do Instituto de Psicologia (LEC-UFRGS), focaram na utilização da Linguagem de Programação Logo. Dessa forma, várias escolas da rede pública e particular implementaram o uso desta Linguagem em atividades pedagógicas. Essa implementação nas escolas, demandou montagem de laboratórios de informática e a formação de professores para integrar a tecnologia aos conteúdos curriculares (Valente, 1993).

Este período também marcou o início do desenvolvimento de pesquisas na área de Informática na Educação Básica, resultando em várias produções científicas, tais como, Gagliardo (1985), Menezes (1993), Prado (1993), Sidericoudes (1996), Freire e Prado (1995), Bustamante (1996), Valente (1996), dentre outras. Essas pesquisas mostraram que a utilização do computador no contexto escolar não ocorreu de maneira fácil, houve dificuldades, superações e experiências exitosas, que aconteceram de forma pontual.

No entanto, já se passaram quatro décadas e, como apontam os autores Cardoso e Sampaio (2019), Valente et al., (2023), dentre outros, o uso das tecnologias digitais ainda não foi consolidado na prática pedagógica do professor por inúmeras razões, tais como: a questão da rotatividade dos professores, a infraestrutura da escola e dos laboratórios, poucos computadores

1 Logo é uma linguagem de programação Logo foi desenvolvida no Massachusetts Institute of Technology (MIT-USA), por Seymour Papert e colaboradores nos anos 60, cujas raízes derivam de Lisp. Desde o seu surgimento, foram criadas várias versões, como SuperLogo, Beta Logo, Logo Light, e uma das últimas versões, que mudou de paradigma procedimental computacional para um paradigma de objetos, representada pelo Scratch.

2 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade de Campinas (UNICAMP).

para o número de estudantes da escola precisando fazer um rodízio entre as classes e professores para o uso do laboratório, a manutenção das máquinas, a atualização e licença dos aplicativos utilizados nos computadores. Além dessas variáveis é possível observar que ocorreu e ocorrem muitas vezes a descontinuidade de programas e projetos que enfatizam a formação continuada de professores, que é uma ação essencial para a integração das tecnologias digitais aos conteúdos curriculares, conforme desta Almeida e Valente (2011).

Outro aspecto que precisa ser considerado e tornou-se evidente é o descompasso existente entre o rápido e grande avanço das tecnologias e o processo de apropriação do seu uso pedagógico no contexto escolar. Esse descompasso é preocupante, pois visivelmente a sociedade atual está cada vez mais tecnológica e demanda da educação preparar os estudantes para desenvolver competências e habilidades para lidar com as características da cultura digital. Nesse sentido, podemos observar que a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), orienta de forma bastante explícita a importância da integração das tecnologias na Educação Básica, inclusive, na área de Matemática, está explícita a orientação de que é necessário propiciar ao estudante o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

O Pensamento Computacional, embora tenha se evidenciado a partir dos anos 2000 e ampliado o seu conceito por vários pesquisadores, suas raízes se pautam nas ideias de Papert, segundo Valente (2019) desde a criação da Linguagem de Programação Logo. Este fato nos instigou a olhar para o passado buscando evidenciar as marcas do uso pedagógico do computador, em particular a Linguagem de Programação Logo e suas possibilidades para a aprendizagem de Matemática. Portanto, este artigo que se trata de um estudo teórico que tem por objetivo apresentar e discutir características da atividade de programação em Logo que exploram conceitos matemáticos voltados para o contexto da Educação Básica.

2 Desenvolvimento

2.1 Linguagem de Programação Logo

A linguagem de Programação Logo, foi desenvolvida por Seymour Papert e colaboradores em 1968, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos. Papert enfatiza que ao aprender a programar em Logo, os alunos estariam desenvolvendo não apenas habilidades técnicas, mas também habilidades de pensamento crítico, resolução de problema e criatividade. O autor argumenta sobre a importância de a criança programar o computador, ou seja, de ensinar a máquina ao invés de ser ensinada por ela. Essa experiência faz com que a criança adquira um sentimento de domínio sobre a máquina, além de explorar e conectar com algumas ideias mais profundas da ciência, da matemática.

quando a criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. [...] A criança faz alguma coisa com ele. O novo conhecimento é fonte de poder e é experienciado como tal a partir do momento que começa a se

formar na mente da criança (Papert, 1985, p.37).

O ambiente computacional Logo caracteriza uma forma diferente de aprender a matemática em sala de aula, pois ao programar o computador os alunos aplicam vários conceitos matemáticos de maneira formal ou intuitiva. Essa abordagem, defendida por Papert como *Mathland*, propõe uma forma de aprender matemática tão naturalmente assim como se aprende uma língua materna ao crescer em um país de língua estrangeira.

A linguagem Logo tem duas raízes, uma computacional e outra educacional. Do ponto de vista computacional, Logo é uma linguagem de propósito geral, do tipo procedural, e permite ao aluno a resolução de problemas, a definição de programas nos diferentes níveis de escolaridade e domínios de conhecimento. Diferentemente do que acontece em atividades de sala de aula tradicional na escola, na atividade de programação Logo não há pré-requisito. Na parte gráfica do Logo, o aluno utiliza e explora várias noções de espaços, seqüência, números em relação ao giro e a distância, operações matemáticas e geometria de forma intuitiva e sistematizada.

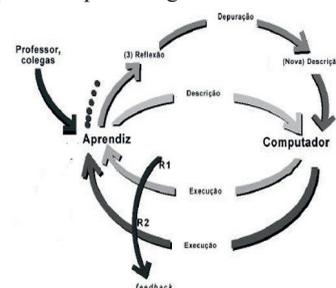
Em relação aos princípios educacionais que orientam a atividade de programação Logo, Papert (1994), apresenta uma nova abordagem pedagógica, denominada de Construcionismo. Essa abordagem que tem suas raízes pautadas nos pressupostos na Psicologia Genética de Piaget e a Pedagogia Desenvolvimentista com foco nas ideias de Dewey.

Com base na Psicologia de Piaget, destaca-se o processo de construção e reconstrução das estruturas mentais, sendo o conhecimento concebido como algo a ser construído pelo sujeito, por meio das interações com outras pessoas e objetos. Na Pedagogia Desenvolvimentista de Dewey a ênfase é dada no ensino pela ação – no aprender-fazendo, respeitando o interesse do aluno, bem como a experiência concreta da vida (Prado, 2008).

Assim, para desenvolver práticas na perspectiva construcionista é necessário criar situações de aprendizagem para que o aluno vivencie e se envolva na atividade de programação, favorecendo o *hands-on* e *head-in* (Papert, 1990), ou seja, que o aluno aprenda-fazendo e refletindo sobre o próprio processo de aprendizagem.

Esse processo reflexivo, segundo Valente (1999, 2002), se estabelece na interação do sujeito com o computador durante a atividade de programação, como mostra a Figura 1:

Figura 1 - Espiral de aprendizagem e atividade de Programação



Fonte: adaptação de Prado (2003).

Observa-se na Figura 1, que na atividade de programação, o Aprendiz faz a *descrição* da resolução do problema para o computador – usando uma linguagem computacional (por exemplo, o Logo), aplicando os conceitos e as estratégias relacionado ao problema e o contexto computacional. A *descrição* é executada pelo computador e mostra na tela o *resultado* (R1) na tela, que corresponde o *feedback*, o qual pode provoca o Aprendiz a *refletir* e a *depurar* sobre suas ideias expressas na *descrição* inicial, dando origem à (*nova*) *descrição*. Nessa dinâmica vai sendo estabelecido um movimento cíclico de ações e pensamentos vivenciadas pelo Aprendiz denominado por Valente (2002), de uma espiral de aprendizagem.

No entanto, para o estudante vivenciar essa espiral de aprendizagem é fundamental que haja a interação entre o professor e o estudante e entre os estudantes, pois o compartilhamento de ideias e de questionamentos favorecem o desencadeamento das reflexões que são tão necessárias para o processo de aprendizagem.

Para o aluno vivenciar esta espiral de aprendizagem é fundamental a mediação do professor tendo como norte o conhecimento do conteúdo, pedagógico e computacional fundamentado nos princípios construcionistas.

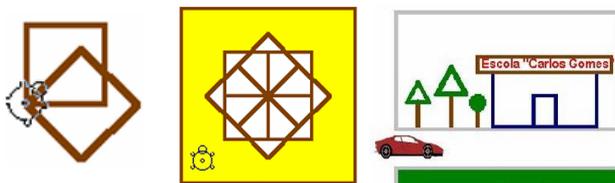
2.2 Programação Logo e a Matemática

Com a implementação da linguagem de programação Logo nas escolas, nos anos 80, foi possível vislumbrar novas possibilidades de trabalhar com os alunos para explorar os conceitos matemáticos no contexto da Geometria Plana, na Geometria Analítica e na Trigonometria com os alunos.

Antes, porém, vale ressaltar que a Linguagem Logo, além de permitir o desenvolvimento de conceitos espaciais, numéricos e geométricos, por meio de atividades gráficas, o Logo enquanto uma linguagem computacional de programação tem outras características mais avançadas, no entanto, neste artigo o foco é na exploração de atividades espaciais por ser considerada a “porta de entrada” do Logo.

Na programação com Logo, por meio da manipulação de um objeto gráfico, chamado de “Tartaruga” (TAT), o Aprendiz (criança, adolescente ou iniciantes em programação) ensina a TAT (descrevendo os comandos da linguagem) a fazer algo, ou seja, um desenho, como por exemplo, mostra a figura a seguir:

Figura 2 - Exemplos de desenhos feitos pela Tartaruga do Logo



Fonte: Freire e Prado (2000).

Destacamos aqui que a “porta de entrada” do Logo tem sido a exploração de atividades espaciais, permitindo

o contato quase que imediato do aluno com o computador, onde controla a tartaruga que se desloca na tela. Os conceitos utilizados para movimentar a tartaruga saem do nível intuíto à medida que a tartaruga é comandada para sair de um ponto para chegar a um outro ponto. Esse processo dá condições para que o aluno desenvolva conceitos espaciais, numéricos e geométricos.

Comentaremos a partir daqui, as potencialidades da linguagem Logo para a aprendizagem de conceitos matemáticos bastante utilizados na Educação Básica, em relação à Geometria Plana, Geometria Analítica e Trigonometria.

2.2.1 Logo na Geometria Plana

A BNCC (Brasil, 2018) destaca a importância de se compreender a geometria para ampliar a percepção espacial e analisar os elementos visuais do mundo. Essa relação do conteúdo com o mundo prático é facilitada pelo uso da linguagem Logo pois uma das características é a de ser uma linguagem procedural, ou seja, a “tartaruga” – TAT (e indiretamente o computador) é tratada como um “objeto” que obedece aos comandos que podem ser dados no modo direto de uso ou no modo de edição. No modo direto, a tartaruga fica comunicável e a cada comando solicitado, ela “obedece”, ocasionando um efeito imediato na tela do computador. Os comandos são semelhantes ao que usamos no nosso dia a dia. Para deslocarmos a TAT para frente, usamos PF (parafrente) seguido de um número de passos que a TAT deve se deslocar. Assim podemos usar PF (parafrente) e PT (paratrás) ao deslocar para frente ou para trás de onde ela estiver. Da mesma forma, a TAT gira para a direita PD (paradireita) seguido de número, que corresponde ao giro (ângulo) ou para a esquerda PE (paraesquerda) da direção que a TAT estiver.

Assim, conforme consta descrita na BNCC, a habilidade (EF01MA11, p. 279) “*Descrever a localização de pessoas e de objetos no espaço em relação à sua própria posição, utilizando termos como à direita, à esquerda, em frente, atrás...*” a TAT (tartaruga) se movimenta utilizando diversos pontos de referência e vocabulário apropriado sempre comandada pelo usuário (aluno).

Se digitarmos PF 50 e em seguida, pd 90, os efeitos na tela do computador serão o que segue:

Figura 3 - O deslocamento de 50 passos da TAT a partir da sua origem e em seguida, o giro de 90° à direita.



Fonte: Sidericoudes (1996).

Podemos também usar esses comandos para interagir com o computador em forma de procedimentos, onde vários comandos são solicitados de uma única vez. Essa interação é uma atividade que consiste de uma ação de programar o computador, ou seja, de “ensinar” a tartaruga a resolver um problema. (Valente, 1993).

A partir desses comandos o aluno pode criar procedimentos que movimentam a tartaruga na tela do computador e desenhar figuras geométricas, como: quadrados, triângulos, retângulos, circunferências. Como aponta a BNCC (EF01MA14, p.279) “Identificar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo) em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em contornos de faces de sólidos geométrico.”, o aluno consegue descrever os comandos criando um procedimento que pode levá-lo a pensar sobre o que ele observa na tela, ou seja, ele faz uma reflexão sobre o desenho que vê na tela do computador. Nesse processo de refletir o resultado que obtém na tela, poderá alterar ou não sobre as ideias iniciais sobre a resolução do problema. A reflexão realizada pelo aluno está contemplada pela BNCC que sugere (EF02MA15) “Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.” E, caso o aluno não reconheça a figura desenhada, ele poderá alterar o resultado obtido na tela ou alterar o procedimento, refazendo o seu programa com a identificação do seu “erro” (bug).

2.2.2 Logo na Geometria Analítica

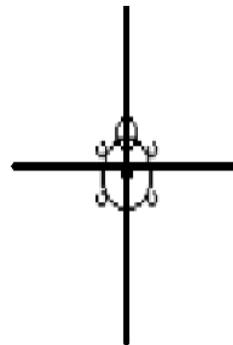
O objetivo principal da geometria analítica é o de descrever objetos geométricos utilizando um sistema de coordenadas, o plano cartesiano. Este consiste em dois eixos reais perpendiculares entre si. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), nas orientações dirigidas ao Ensino Médio, referente ao estudo de Geografia, recomenda que os alunos aprendam a utilizar as linguagens cartográficas de forma que consigam se comunicar, produzir novos conhecimentos e resolver problemas.

Outra habilidade que a BNCC recomenda que os alunos aprendam e apliquem ideias relacionadas à localização em mapas, escalas de orientação e projeções cartográficas. E, na Matemática, no campo da Geometria Analítica, apresenta conceitos que envolvem a ideia de localização de pontos por meio de coordenadas cartesianas. O Plano Cartesiano, considera que um sistema de coordenadas é capaz de definir a localização de qualquer ponto no espaço a partir de dois eixos perpendiculares, eixo das abscissas (eixo x) e eixo das ordenadas (eixo y), que pertencem a um plano em comum.

No Logo, o ponto [0 0] é a posição inicial da tartaruga. Então, é possível criar um procedimento denominado eixos, utilizando os comandos mudex 100 que desloca a tartaruga na horizontal deixando um rastro equivalente a 100 passos à direita do centro da tela e mudex -100 que desloca a

tartaruga na horizontal equivalente a 200 passos de onde ela se encontrava, isto é, a 100 pessoas à esquerda do centro da tela. O comando mudex 0 devolve a tartaruga para sua posição inicial [0 0] (centro). Da mesma forma, os comandos mudex 100 e mudex -100 deslocam a tartaruga na vertical à cima e à baixo do centro e mudex 0 retorna a tartaruga para o centro. Uma das características da linguagem é a modularidade e a extensibilidade: usando a própria linguagem Logo, para criar novos comandos. E assim pode-se criar um micromundo da Geometria Analítica.

Figura 4 - A tartaruga na posição central [0 0] do sistema cartesiano



Fonte: Sidericoudes (1996).

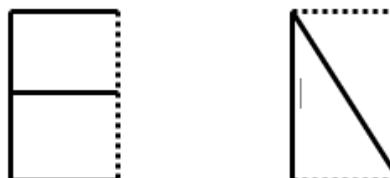
Usando o micromundo da Geometria Analítica, os autores Valente(1990)e Sidericoudes(1996), apontaram possibilidades de os alunos conseguirem explorar as propriedades dos pontos no sistema cartesiano, além de perceber em que condições um ponto pertence ao eixo das abscissas, ao eixo das ordenadas e aos quatro quadrantes. A exploração no micromundo pode permitir também que realizem a construção de retas e figuras nos quadrantes e com isso, a exploração das suas propriedades no sistema cartesiano, chegando a trabalharem o teorema de Pitágoras.

2.2.3 Logo na Trigonometria

A linguagem Logo permite por meio de seus comandos básicos, como PF, PT, PD e PE a criação de procedimentos que quando obedecidos pela tartaruga, desenharam na tela do computador um produto. Pode ser que esse produto seja o esperado, mas quando não é o esperado, há a possibilidade de depurar, ou seja, reescrever o procedimento para obter o resultado esperado.

Por exemplo, quando desenhamos as letras do alfabeto, algumas trazem traços retos e outras apresentam retas inclinadas, como mostramos na imagem.

Figura 5 - Desenho das letras E e N



Fonte: Sidericoudes (1996).

Para o desenho das letras com as retas inclinadas, a definição dos procedimentos exige um pouco mais dos alunos, pois o ângulo de inclinação e o comprimento da reta inclinada variam de acordo com a altura e a largura da letra desenhada. Pelo fato dessa relação ser trigonométrica, na sua construção utilizam conceitos envolvendo a Trigonometria do Triângulo Retângulo.

Lembramos aqui que a Trigonometria é o estudo das relações entre ângulos e lados e algumas extensões dessas relações nos triângulos retângulos. É uma palavra de origem grega que remete à medida de três ângulos. A trigonometria no triângulo retângulo corresponde ao estudo das relações entre os lados e ângulos do triângulo retângulo, um polígono formado por um ângulo reto (90°) e dois ângulos agudos (menores que 90°). Tais relações referem-se, por exemplo, a seno, cosseno, tangente, cotangente, cossecante e secante, que estão presentes quando os alunos desenhavam as letras N, R, por exemplo.

Outra situação de aprendizagem interessante se configura com o ambiente LEGO-Logo. A criação desse ambiente envolve o aluno na montagem do seu objeto de trabalho/estudo, por exemplo, um carrinho – feito com as peças Lego. No processo de construção do carrinho, o aluno, pode manusear e compreender os conceitos matemáticos que surgem, isto é, o aluno pode aprender Matemática, fazendo Matemática.

Neste exemplo, a ideia era a de construir um carro com os blocos Lego e quando comandados pela linguagem de programação Logo, o carro conseguiria subir um plano inclinado (rampa). Para isto era necessário calcular a maior inclinação do plano (formado pela rampa e o chão) que o objeto conseguiria subir. A atividade embora pareça simples, ela possibilitaria ao aluno trabalhar conceitos que anteriormente eram de difícil visualização, além de uma terminologia matemática sofisticada e de difícil manuseio.

Nessa situação, Sidericoudes (1993), relata que os alunos construíram os carrinhos sem se importar com a sua velocidade e, durante o desenvolvimento da atividade, iam testando para verificar a seu funcionamento. Depois de pronto, colocaram no início da rampa para ele percorrer a distância compreendida pelo comprimento da tábua que representava a rampa.

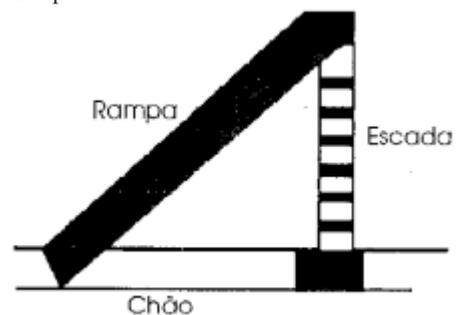
Figura 6 - A tábua apoiada nos degraus de uma escada, com um carrinho subindo a rampa.



Fonte: Sidericoudes (1993).

Num primeiro momento, Sidericoudes (1993), observou que os alunos começaram a analisar a relação entre o ângulo de inclinação da rampa com o chão, o comprimento da rampa e a altura da parede em que estava apoiada a rampa. Perceberam que o comprimento da rampa (tabua) não se modificava, ou seja, a medida do comprimento da rampa era constante e quanto maior a altura que a rampa se apoiava na escada, maior era o ângulo de inclinação da rampa com o chão. Dessa forma, concluíram que o ângulo de inclinação da rampa com o chão dependia da altura do apoio na escada, ou seja, que o ângulo de inclinação da rampa está em função da altura da escada. Representaremos a altura da escada, a rampa e o chão pelo triângulo da Figura 7, onde e = altura da escada, r = rampa e c = chão.

Figura 7 - Representação da rampa (Tábua) encostada na escada e o chão de apoio



Fonte: Sidericoudes (1993).

Essa atividade mostra uma situação de aprendizagem por meio do fazer, ou seja, de o aluno aprender com a mão na massa. É uma situação em que os alunos puderam explorar suas hipóteses, verificar sua veracidade e comprovar as relações trigonométricas existentes e, ao mesmo tempo a utilizar o Teorema de Pitágoras, inclusive as funções arctan e/ou as tabelas trigonométricas para chegarem à amplitude do ângulo.

Segundo o documento oficial - Parâmetros Curriculares Nacionais - para o ensino médio (PCNEM), enfatiza que o ensino da trigonometria deveria ser estudado ligado as suas aplicações (Brasil, 2002). Mediante isso fica evidente que é importante que a trigonometria seja trabalhada ligada à realidade e em diferentes situações, para que os alunos consigam fazer relações do conteúdo com situações do cotidiano.

Além disso, vale ressaltar que a integração dos dois ambientes, Logo Gráfico e LEGO-Logo, favoreceu o aprendizado do aluno ao conseguir transferir conhecimentos utilizados e aprendidos em um ambiente para o outro, reconhecendo a sua aplicabilidade em situações diferentes, pois "...a transferência de aprendizado resultante de uma certa situação para situação nova é um ponto crucial do que se poderia chamar de aprendizado da Matemática, e talvez o objetivo maior do seu ensino." (D'Ambrósio, 1986 p.44).

Outros conceitos da matemática poderiam ser explorados, na realização dessa atividade. Isso mostra o potencial da atividade de programação, tanto para a construção de

conceitos matemáticos como para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problema. A Matemática constitui-se num instrumento efetivo para interpretar a realidade desde que sofra adequadas modificações nas propostas pedagógicas, como diminuir a ênfase nos processos mecânicos, ampliando a presença de problemas da realidade, visando trazer a Matemática para mais perto do aluno permitindo que ele perceba a importância social da disciplina e a sua aplicabilidade em situações vivenciadas no cotidiano.

2.3 Análise e resultados

O estudo mostra que o Logo é uma ferramenta que torna a Matemática mais concreta, palpável, atraente e acessível aos estudantes, pois enquanto “brincam” com a tartaruga, dando comandos a ela e esperando pelo resultado na tela, os estudantes podem realizar pequenas descobertas nas construções geométricas.

Com a utilização da linguagem de programação Logo os alunos podem conseguir atingir os objetivos da BNCC do ensino da Geometria que estão relacionados ao sentido de localização, reconhecimento de figuras, manipulação de formas geométricas, representação espacial e estabelecimento de propriedades, que são conhecimentos importantes para o desenvolvimento e construção do conhecimento matemático. Nesse sentido, Pavanello (2004, p. 4) também destaca para a importância do ensino de Geometria e aponta que a mesma representa um campo fértil para desenvolver a “capacidade de abstrair, generalizar, projetar, transcender o que é imediatamente sensível”.

Daí a importância do ambiente de programação Logo ser uma ferramenta poderosa que pode contribuir para o aprendizado do aluno.

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação. (Brasil, 2002, p. 111).

Na atividade de programação, segundo Gregolin (2008) a facilidade que o aluno encontra em se comunicar com a tartaruga viabiliza uma interação com o computador muito favorável no sentido de despertar no aluno o interesse para explorar ideias matemáticas, tornando possível aprender matemática de forma prazerosa. A capacidade de desenhar formas geométricas de maneira visual e interativa torna conceitos geométricos mais acessíveis e compreensíveis para

os alunos.

Vale ressaltar que o uso pedagógico da linguagem de programação Logo não se limita apenas à matemática. Os projetos de programação em Logo podem integrar conceitos de arte (por meio de desenhos), ciência (ao simular fenômenos físicos), e até mesmo literatura (ao criar narrativas interativas). Isso possibilita uma abordagem interdisciplinar que enriquece a experiência educacional dos alunos. Além disso a riqueza desta ferramenta tecnológica permite ao aluno a vivenciar uma nova forma de aprender, com base nos pressupostos construcionistas, que se viabiliza conforme destaca Valente (2002), por meio da espiral de aprendizagem.

3 Conclusão

O fato que nos instigou a realizar este estudo teórico sobre a atividade de programação Logo, revisitando a origem de seus princípios para o seu uso no contexto da Educação Básica e das possibilidades existentes em proporcionar uma nova forma de aprender matemática, foi a constatação da existência de outras linguagens de programação mais atuais, como por exemplo o Scratch³, assim como as orientações curriculares da BNCC da área de Matemática, que destaca a importância do ensino propiciar ao aluno o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Este olhar para o passado nos faz refletir sobre o presente e as demandas que se desenham frente ao avanço das tecnologias digitais e o contexto educacional. Já se passaram quatro décadas e foram desenvolvidos vários softwares e versões de linguagens de programação, porém, várias pesquisas, apontam que, na maioria das vezes, a integração desses recursos tecnológicos nas práticas de ensino, especificamente de matemática não ocorre de forma efetiva.

É uma situação de urgência que precisa ser direcionada para a formação inicial e continuada do professor de modo que possa propiciar a reconstrução do conhecimento profissional, na perspectiva do TPACK de Mishra e Koehler (2006), que se refere ao conhecimento pedagógico, tecnológico e do conteúdo, no caso, matemático.

Referências

- Almeida, M.E.B., & Prado, M.E.B.B. (2011). O computador portátil na Escola: Mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem. São Paulo: Avercamp.
- Almeida, M.E.B., & Valente, J.A. (2011). Tecnologias e Currículo: trajetórias convergentes ou divergentes? São Paulo: Paulus.
- Andrade, P. F., & Lima, M.C.M.S. (1993). Projeto EDUCOM. Brasília: MEC/OEA.
- Brasil (2002). Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

3 A partir dos anos 2015, no Brasil, começou a ser utilizado o Scratch, uma proposta do Grupo Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab desenvolvido pela Scratch Foundation que tem como inspiração, a linguagem de programação Logo desenvolvida por Papert. É considerado mais acessível por apresentar novos recursos gráficos lembrando os blocos Lego. Podemos considerar que não apenas continua o legado de Logo ao tornar a programação mais acessível e visualmente intuitiva, mas também expande suas possibilidades ao incorporar novos recursos gráficos e uma comunidade online vibrante.

- Brasil (2007). Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Brasília: Inep.
- Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC.
- Bustamente, S.B.V. (1996). Criando o Ambiente Logo do Pensar. In: J.A. Valente. O professor no ambiente Logo: formação e atuação (pp.59-89). Campinas: UNICAMP-NIED
- Cardoso, M.C.S.A., & Sampaio, A.S.F. (2019). Dificuldades para o uso da informática no ensino: percepção dos professores de matemática após 40 anos da inserção digital no contexto educacional brasileiro. *Educ. Matem. Pesq.*, 21(2). p.44-84.
- D'Ambrosio, U. (1986). Da realidade à ação: reflexões sobre Educação e Matemática. São Paulo: Summus.
- Freire, F.M.P., & Prado, M.E.B.B. (2000). O computador em sala de aula: articulando saberes. NIED: Unicamp.
- Freire, F.M.P., & Prado, M.E.B.B. (1995). Professores Construcionistas: A Formação em Serviço. Anais VII Congresso Internacional Logo - I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre.
- Gagliardo, A.F. (1985). O uso de computadores em atividades de ensino. Dissertação de Mestrado. Faculdade da Educação. Campinas: UNICAMP.
- Gregolin, V.R. (2008). Linguagem Logo: explorando conceitos matemáticos. *Revista Tecnologias na Educação*. Rio de Janeiro.
- Menezes, S.P. (1993). Logo e a Formação de Professores: o uso interdisciplinar do computador na educação. São Paulo: ECA-USP.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Records*. Columbia, 108(6).
- Papert, S. (1994). A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre. Artes Médicas
- Papert, S. (1990). Computer Criticism vs. Technocentrism. Massachusetts: E&L MENO.
- Papert, S. (1985). Logo: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense.
- Pavanello, R.M. (2004). Por que ensinar/aprender geometria. VII Encontro Paulista de Educação Matemática, São Paulo.
- Prado, M.E.B.B. (1993). Logo no curso de Magistério: o conflito entre abordagens educacionais. In: Valente, J.A. (org.). *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação* (pp.98-113). Campinas: Gráfica da UNICAMP.
- Prado, M.E.B.B. (2003). Educação a Distância e formação do professor: redimensionando concepções de aprendizagem. 291 f. Doutorado em Educação: Currículo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.
- Prado, M.E.B.B. (2008). Os princípios da Informática na Educação e o papel do professor: uma abordagem inclusiva. In: Raiça, D. *Tecnologias para a Educação Inclusiva*. São Paulo: Avercamp. p.55-66.
- Rocha, F.B.N., Costa, J.E., Maia, J.G.R., Castro Filho, J.A., & Lima, L. (2022). Potencialidades e dificuldades do uso das tecnologias digitais na prática docente por professores de matemática. *Research, Society and Development*, 11(11).
- Sidericoudes, O. (1996). Desenvolvimento de metodologias de ensino-aprendizagem da Matemática em ambientes computacionais baseados na Estética Logo. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- Sidericoudes, O. (1993) Uma atividade Lego-Logo em trigonometria. In: Valente, J.A. (Org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação* (pp.437-450). Campinas: UNICAMP.
- Tavares, N.R.B. (2002). História da informática educacional no Brasil observada a partir de três projetos públicos. São Paulo: Escola do Futuro.
- Valente, J.A., Baranauskas, M.C.C., D'Abreu, J.V.V., Linhalis, F., & Dos Reis, J.C. (2023). As quatro décadas do NIED: projetos, memórias e reflexões. Campinas, SP: BCCL/ UNICAMP.
- Valente, J.A. (2019). Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 147-168.
- Valente, J.A. (2002). A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: repensando conceitos. In: M.C. Joly. *Tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem* (pp.15-37). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Valente, J.A. (1999). O computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas: UNICAMP-NIED.
- Valente, J.A. (1996). O professor no ambiente Logo: formação e atuação. Campinas: UNICAMP-NIED.
- Valente, J.A. (1993). Por quê o computador na Educação? In: J.A. Valente. *Computadores e conhecimento: repensando a educação* (pp.22-44). Campinas: UNICAMP.
- Valente, J.A. (1990). Uso de Micromundos Computacionais no Ensino do 2o grau. Campinas: UNICAMP.