

A GEOMETRIA DA TARTURGA: CONTRIBUIÇÕES DO *SUPERLOGO* NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO

Gene Maria Vieira Lyra-Silva¹
Universidade Federal de Goiás
gene.lyra@gmail.com

Greiton Toledo de Azevedo²
Universidade Federal de Goiás
greitontoledo@gmail.com

Resumo:

Esta proposta de trabalho é resultado de uma pesquisa realizada no curso de especialização em Educação Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Goiás - IME/UFG. A pesquisa se constituiu *in loco*, em forma de projeto, com a participação de 17 estudantes do 6º ano escolar em uma escola pública federal de Goiânia - Goiás. Em diálogo com essa pesquisa, em forma de recorte, este texto propõe apresentar e discutir as contribuições do uso da linguagem computacional *Logo* no desenvolvimento do pensamento geométrico. As ações desenvolvidas, tendo como pano de fundo os pressupostos da pesquisa-ação, ao longo de um semestre, estiveram alicerçadas em questões que permeassem a utilização desta linguagem, por meio do *software SuperLogo3.0*, em um movimento contínuo e cíclico da ação-reflexão-ação. A partir desse movimento, desenvolvemos um formato de análise, que nos ajudassem a compreender o problema investigado, permitindo-nos estabelecer relações entre o referencial teórico e percurso metodológico adotado.

Palavras-Chave: Pensamento geométrico; Linguagem computacional *Logo*; *SuperLogo3.0*.

¹ Docente do Departamento de Matemática do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação da Universidade Federal de Goiás e Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas.

² Graduado em Matemática e especialista em Educação Matemática pelo Instituto de Matemática e estatística da Universidade Federal de Goiás - IME/UFG. Mestrando no Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás - PPECM/UFG.

1. Introdução

A incorporação do uso de linguagens computacionais gráficas³ na construção de conhecimentos geométricos tem ganhado, cada vez mais, desde meados do século XX, pelas primeiras contribuições de Seymour Papert⁴, espaço e destaque no cenário escolar. Essa utilização, à luz da teoria construcionista, que caminha no sentido contrário a mera instrução e a pedagogia do treinamento, conjuga a valorização de ideias e apropriação de significados. Afinal, a linguagem computacional gráfica é uma área de estudo que tem contribuído para o desenvolvimento da educação escolarizada e para a construção de conhecimento em diferentes esferas, que se alicerçam para além do contexto de sala de aula, além de influenciar o desenvolvimento do pensamento, que tem sido um dos desafios da comunidade escolar.

Reconhecemos que o desenvolvimento do pensamento geométrico, em campos específicos, legitimados na escola, pode ser favorecido pelo uso de linguagens computacionais gráficas. Isso porque, a utilização delas não se reduz ao ato de 'automatizar' o ensino ou de habilitar o aluno para trabalhar apenas com as novas tecnologias, nem tampouco camuflar o processo de ensino e aprendizagem, muito menos usá-las numa perspectiva mascarada de recepção e memorização do conhecimento. Pelo contrário, elas devem ser utilizadas no sentido de contribuir à construção do conhecimento, mas também devem ser compreendidas em um movimento que possibilite o processo formativo dos estudantes.

Possibilitar situações não estanques, em especial de Geometria, segundo Crowley (1994) e Lorenzato (1995), que possibilite o processo formativo dos estudantes, pressupõe pensar em diferentes formas de conceber e mediar os processos pedagógicos, de ensino e aprendizagem, que permita o estudante participar, pensar e compreender o que faz e o que constrói em vez de ser simplesmente um mero executor ou receptor de tarefas, que pouco contribui para sua formação e autonomia. Isso se torna mais favorável do que folhas de exercício e experimentos ritualísticos da escola, pois pelo menos os aprendizes estarão engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem responsáveis. (PAPERT, *op. cit.*, p.38).

³ A linguagem computacional ou linguagem de programação, de modo geral, pode ser empreendida como um método padronizado para comunicar ideias para um computador. É um conjunto de argumentos e códigos semânticos usados para construir um programa. Por meio da linguagem computacional é possível, por exemplo, criar *softwares*, *applets*, jogos digitais, plataformas de comunicação, entre outros (AZEVEDO, 2015, p.44).

⁴ Foi um dos pioneiros a propor e a desenvolver um trabalho com o uso de linguagem de programação gráfica *Logo* com estudantes da Educação Básica Escolar, em meados da década de 1960, no século XX, numa perspectiva de possibilitar o processo de aprendizagem nas aulas de matemática, quando os computadores eram muito limitados e robustos, no período que nem existia interface gráfica, muito menos internet.

Compreendemos que para propor um conjunto de ações em que os estudantes se sintam responsáveis e que possibilite a sua autonomia deve ser situado num movimento antagônico ao de treinar pessoas para uma determinada finalidade pedagógica ou avaliativa. Para que essa autonomia e essa responsabilidade ocorram é necessário, pela qual defende Papert (2008), criar espaços⁵ de aprendizagem na escola, sejam em forma de projetos ou no próprio cenário de sala de aula, de modo que oportunize ao estudante a capacidade de aprender novas habilidades, assimilar novas ideias e novos conceitos, analisar e avaliar novas situações e contextos, estabelecer novas conexões entre saberes, lidar com imprevisto e desempenhar diferentes e múltiplas tarefas não aligeiradas com o uso de tecnologias.

Quando as tecnologias são utilizadas numa perspectiva que valorize o diálogo e a participação do estudante ao longo do processo pedagógico, que se oriente numa proposta inversa ao aligeiramento da recepção de informação, pode implicar em situações mais favoráveis para o desenvolvimento do pensamento geométrico. Um dos caminhos possíveis para isso é, em especial, a exploração da linguagem computacional *Logo*. Isso porque ela é uma ferramenta tecnológica que possibilita, ao estudante, com objetivos pedagógicos bem definidos, em ambiente construcionista de aprendizagem, ser autor de seu processo formativo, além de possibilitar a reflexão e a compreensão das ideias e definições geométricas.

Nessa articulação, este trabalho propõe, em forma recorte, apresentar e discutir algumas contribuições do uso da linguagem computacional gráfica *Logo* no desenvolvimento do pensamento geométrico de estudantes da segunda fase do Ensino fundamental. Essas discussões, no entanto, se alicerçam, e mutuamente se constituem, a partir de em um projeto de matemática, que foi realizado semanalmente, com estudantes do 6º ano escolar do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação da Universidade Federal de Goiás (CEPAE/UFG), escola pública federal que se localiza na região de Goiânia- Goiás. Este projeto se consolidou no sentido de possibilitar aos estudantes, durante um semestre, utilizando o *software SuperLogo3.0*, a compreensão e a construção de conceitos geométricos por meio de situações-problema, atividades exploratórias e investigativas⁶.

Como todo recorte pressupõe perdas e lacunas, isso não seria diferente com o corte das ações investigativas e suas contribuições que são evidenciadas nesse trabalho. Porém, para

⁵ Um desses espaços é entendido, nesse trabalho, como ambiente de aprendizagem, situado na teoria construcionista. É um ambiente que integra, em sua própria composição, cinco dimensões, a saber: (i) pragmática; (ii) sintônica; (iii) sintática; (iv) semântica; (v) dimensão social. Por outro lado, porém, não faremos a discussão exaustiva dessas dimensões por não serem o objeto de estudo para esse artigo.

⁶ Atividade investigativa nas aulas de matemática pressupõe, conforme Fiorentini (2012), a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento, pela qual mobiliza atividades abertas, exploratória e que apresentam múltiplas possibilidades de alternativa de tratamento e significação de conceitos matemáticos.

mantermos a sintonia das diferentes etapas que foram desenvolvidas na pesquisa, decidimos apresentar e discutir os principais momentos de uma temática do projeto, subdivididos em dois encontros.

2. O projeto de matemática: cenário pedagógico e investigativo

O projeto de matemática se constituiu *in loco* no CEPAE/UFG. O seu principal objetivo, além da perspectiva de investigar o interrogado⁷ na pesquisa, foi o de possibilitar, aos alunos do 6º ano, a compreensão e a construção significativa das ideias e das definições geométricas por meio da linguagem computacional gráfica *Logo* do *SuperLogo3.0*.



Figura 1 - Integrantes do projeto de matemática - CEPAE/UFG

As atividades desenvolvidas caminharam numa perspectiva oposta a 'transmissão de informação', uma vez que os estudantes puderam participar, questionar e resolver as mais diferentes situações-problema e atividades exploratório-investigativas ao longo de cada temática do projeto com a *Logo*. A partir das ações realizadas no projeto, desenvolvemos um formato de análise, que nos ajudassem a compreender o problema investigado, permitindo-nos, assim, estabelecer relações entre o referencial teórico, que defende maturação do pensamento geométrico por meio do desenvolvimento integral do processo cognitivo em Geometria, e a linguagem computacional *Logo*, como instrumento para pensar. Para proceder com essa interpretação, amalgamada ao nosso referencial teórico, tomamos como referência a análise do desenvolvimento do pensamento geométrico do modelo de Van Hiele inerente aos pressupostos do construcionismo de Seymour Papert.

3. Caminhos que se encontram: pensamento geométrico e linguagem computacional *Logo*

O desenvolvimento do pensamento geométrico do estudante, segundo Van Hiele (1986), pressupõe a sua participação ativa e o seu envolvimento durante todo processo de aprendizagem. Este desenvolvimento está estruturado, no entanto, conforme esse mesmo

⁷ Problema de pesquisa: *Quais são as (implicações) do uso da linguagem computacional gráfica Logo no desenvolvimento do pensamento geométrico de estudantes do 6º ano escolar?*. Porém, não apresentaremos exhaustivamente a resposta dessa pergunta, uma vez que não se configura como objeto de estudo deste trabalho.

autor, em cinco níveis⁸ de compreensão das ideias geométricas ou estágios de desenvolvimento, que vai desde a visualização até o rigor, o que inclui os processos de deduções formais e abstrações, dos conceitos geométricos, na qual a aquisição de um nível superior de pensamento num determinado assunto de Geometria ' $n+1$ ' depende de um estágio anterior de pensamento ' n '. No entanto, os pressupostos inerentes a um específico nível, são objetos de estudo no nível subsequente de forma dialógica e potencialmente complementar.

Na pesquisa, analisamos os quatro primeiros níveis do modelo de Van Hiele (em virtude ao nível de ensino dos estudantes) nas atividades desenvolvidas com o uso da linguagem computacional gráfica *Logo* do *SuperLogo3.0*. Também tivemos como subsídio teórico as contribuições da teoria de aprendizagem construcionista, que considera, conforme Papert (2008) e Maltempi (2012), que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o estudante ou vice-versa, pois não é passível de ser recebido pronto, acabado, sem alteração ou transformação. O aprendizado deve ser um processo ativo, em que os aprendizes 'colocam a mão na massa' (*hands-on*) no desenvolvimento de projetos, em vez que fiquem sentados atentos a fala do professor (MALTEMPI, 2012, p. 288, grifos nossos).

3.1 Software *SuperLogo 3.0*: a tartaruga e a geometria

A linguagem computacional *Logo*⁹ foi desenvolvida no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em meados da década 1960, liderado por Seymour Papert. A *Logo* foi elaborada na perspectiva de que pudesse, inicialmente, processar listas e permitir a criação de procedimentos. Papert, em especial, tinha um imenso desejo em oportunizar aos estudantes uma linguagem computacional que pudesse fazê-los a pensar e construir novos conhecimentos. A *Logo* deveria servir às crianças como instrumentos para pensar, refletir e construir, como fonte de conceitos para novas ideias (PAPERT, 2008, p. 158).

A linguagem *Logo* inclui, em sua estrutura, um objeto em forma de robô, que recebe e executa ordens em forma de comandos computacionais dada pelo usuário. Para representar esse mesmo robô, que receberia ordens, deveria ser algo que atendesse diferentes públicos e que fosse algo interessante e estimulador. Foi assim que ele optou, de forma metafórica, pela escolha da tartaruga no sentido que ela contornasse com precisão os objetos geométricos a





⁸ [1] visualização ou reconhecimento; [2] análise; [3] abstração; [4] dedução formal; [5] rigor.

⁹ A palavra “Logo” é originada do grego *logos*, que significa conhecer. Refere-se uma linguagem interativa que possibilita desenvolver o raciocínio, conceitos de matemática e de lógica (PAPERT, 2008).

serem implementados, em forma de comandos, pelos estudantes, ao mesmo tempo que apresentasse um *layout* mais acessível e menos robusto, sem deixar de lado toda potencialidade que uma linguagem de programação gráfica deveria ter.

Os comandos básicos do *SuperLogo3.0* são propostos por dois principais aspectos: deslocamento e rotação. Ambos se estruturam na configuração de movimento da tartaruga. As movimentações desta são idênticas a quanto se realiza, por exemplo, uma caminhada, ou seja, anda-se para frente, para trás, para direita ou para esquerda, vira-se para direita ou pra esquerda. A diferença básica é que, usando um recurso computacional, deve indicar o deslocamento e/ou a rotação (giro) da tartaruga, conforme tabela abaixo, a título de exemplo.

Quadro 1 - Comandos básicos do *SuperLogo 3.0*

Comando	Mnemônico	Função	Ex.	Efeito na tela
parafrente <número> ou pf <número>	pf	Deslocamento para frente	pf 60	
paratras <número> ou pt <número>	pt	Deslocamento para trás	pt 60	
paradireita <número> ou pd <número>	pd	Gira à direita de acordo com seu eixo de simetria em um ângulo específico	pd 90	
paraesquerda <número> ou pe <número>	pe	Gira à esquerda de acordo com seu eixo de simetria em um ângulo específico	pe180	

Fonte: produção própria, 2015.

Ao se trabalhar com a construção de polígonos no *SuperLogo3.0*, por exemplo, os estudantes não só precisam compreender a sua definição, mas também as suas propriedades e perceber diferentes relações entre as figuras de forma exploratória e investigativa, uma vez que não é dado nada pronto para os estudantes, mas possibilitado situações para que eles mesmos possam descobrir as diferentes resoluções e solução do problema. As respostas mencionadas aos comandos são direcionadas ao estímulo para uma nova tentativa, na qual o erro, a reflexão, a tentativa e a articulação de diferentes estratégias são vistas como elementos importantes durante todo o processo de construção de significados e de aprendizagem.

4. O percurso investigativo: um recorte, algumas contribuições

As ações da pesquisa, em caráter qualitativo, estiveram alicerçadas em questões que permeassem a região de inquérito do objeto de estudo, utilizando diferentes instrumentos de

coleta de dados¹⁰ e tiveram como suporte metodológico os pressupostos da pesquisa-ação. A opção por esta perspectiva metodológica é justificada pela integração entre as distintas etapas do trabalho, dinamizados pelos os integrantes num movimento cíclico da *ação-reflexão-ação*. Por outro lado, em especial, nessa seção, pelo escopo deste artigo, apresentamos e discutimos, em forma de recorte das atividades da pesquisa, a temática sobre os polígonos. Porém, para não se tornar um texto demasiadamente descritivo, optamos evidenciar apenas os principais momentos dessa temática, subdivididos em dois encontros dialógicos, pela qual conjuga o processo analítico do desenvolvimento do pensamento geométrico a partir do uso da *Logo*.

4.1 Construindo ideias geométricas: polígonos, ângulos e aritmética

No primeiro encontro, dessa temática, os alunos, por meio de atividades exploratórias, foram estimulados a construir diferentes figuras geométricas e incentivados a reconhecer as suas características (semelhanças e dessemelhanças) tanto de figuras poligonais (regulares e irregulares), quanto de figuras não poligonais envolvidas nessas construções. Precisaram, em grupo, em diferentes momentos, analisar e compreender as propriedades (ângulos, medidas, vértices, etc.) dessas figuras com o uso da linguagem computacional gráfica *Logo*.



Figura 2 - Ações do projeto de matemática: construindo ideias geométricas com a *Logo*

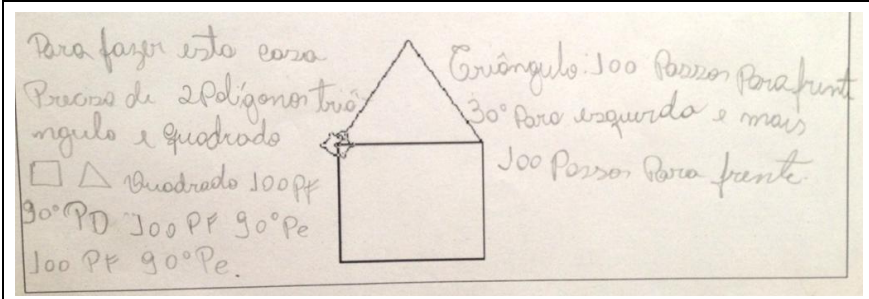
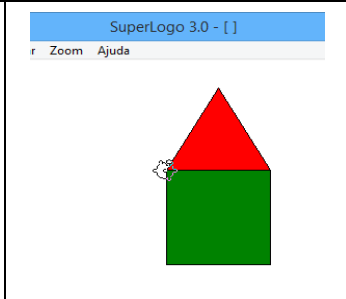
Percebemos que os estudantes, de modo geral, através da utilização do *SuperLogo3.0*, com a mediação pedagógica dos professores, assumiram, de forma ativa, o papel de sujeitos e não de consumidores de informações, pois puderam, ao longo do processo pedagógico, intervir, questionar e aprender Geometria de forma dialógica e coletiva. Os estudantes, incluindo aqueles que apresentavam dificuldades de aprendizagem em matemática, conseguiram verbalizar, com o uso da *Logo*, os conceitos de Geometria de forma intuitiva e dedutiva, eliminando suas dúvidas e superando suas dificuldades em cada atividade proposta.

Observamos também que os estudantes, durante a construção das figuras no *software*, conseguiram, ora ou outra, relacionar as linguagens, geométrica e computacional, de forma lógica, processual e organizada. Isso pode ser percebido, a título de exemplo, em uma

¹⁰ A produção dos dados deu-se por meio de gravações audiovisuais, questionários e atividades desenvolvidas no projeto com os 17 estudantes, que foram os sujeitos da pesquisa. A análise envolveu um entrelaçamento entre aspectos teóricos e dados coletados, reunindo transcrições literais, relato e compreensão das ações.

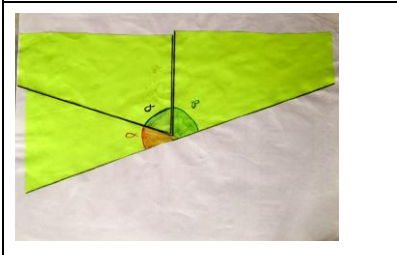
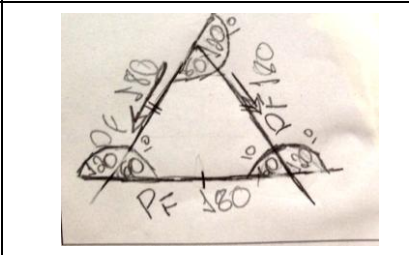
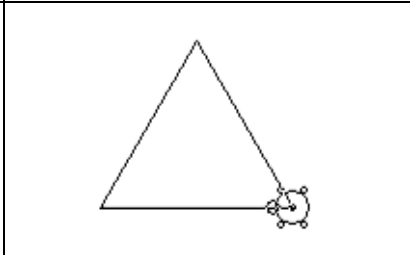
atividade desenvolvida por um estudante, que conseguiu relacioná-las na construção de duas figuras geométricas regulares, um quadrado e um triângulo equilátero, formando uma 'casa'.

Quadro 2 - A construção de uma casinha no *SuperLogo3.0*

Rascunho do Estudante 6 <i>Ideias e estratégias geométricas</i>	SuperLogo3.0 <i>Construção da figura</i>
 <p>Para fazer esta casa Preciso de 2 Polígonos: triângulo e quadrado \square \triangle Quadrado 100pf 30° PD 100 PF 90° Pe 100 PF 90° Pe. Triângulo: 100 Passos Para frente 30° Para esquerda e mais 100 Passos Para frente.</p>	

É possível notar que o *Estudante 6* inicialmente identificou as características dos dois polígonos (quadrado e triângulo) para depois, então, estabelecer estratégias computacionais para construir a 'casa' no *SuperLogo*. Esta situação, por exemplo, pode ser associada ao segundo nível de Hiele, pois, além de visualizar a construção da figura no *software*, precisou reconhecer e articular as diferentes propriedades geométricas existentes em cada figura, além de ter a noção de espaço e tamanho proporcional entre elas. Já o *Estudante 2*, por outro lado, apresentou, inicialmente, a construção de um triângulo equilátero em três distintas etapas - (i) utilizando materiais manipuláveis (papel: recorte e montagem), (ii) registrando sua estratégia, (iii) construindo a figura no *software SuperLogo3.0* - conforme quadro a seguir.

Quadro 3 - Três etapas sequenciais e dialógicas na construção do triângulo equilátero

1ª etapa <i>Materiais manipuláveis</i>	2ª etapa <i>Registrando a estratégia</i>	3ª etapa <i>Construindo no SuperLogo</i>
		

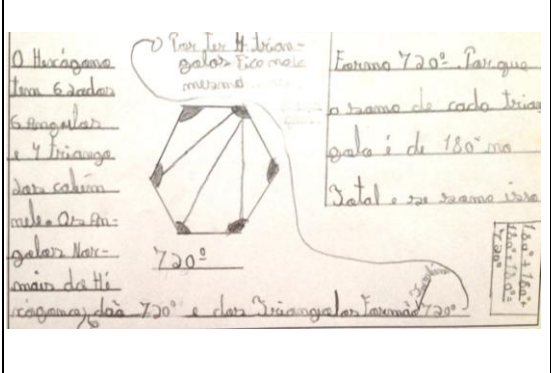
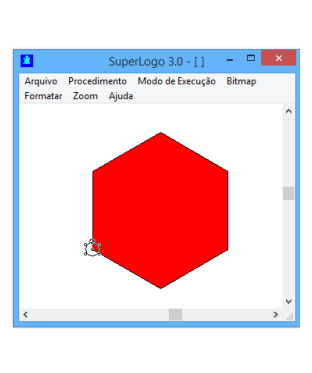
O *Estudante 2*, conforme Quadro 3, utilizou o material manipulável, que já tinha sido trabalhado no projeto, em temáticas anteriores, para ratificar que a soma interna dos ângulos de um triângulo qualquer é igual a 180° . Precisou também articular, a partir de muitas tentativas, o que incluiu diferentes estratégias, erros, diálogos com os colegas e professores, os ângulos externos com os ângulos internos do triângulo (etapa 2), para fazer com que a tartaruga formasse tal figura no *SuperLogo*, conservando suas características (etapa3).

Percebemos que, por meio dessas ações, assim como outras, o diálogo que se estabeleceu com o *software* foi, naturalmente, uma atividade estimulante, em que o estudante, aos poucos, foi levado a aprender as noções básicas do sistema de programação e de Geometria. Ao programar a tartaruga-robô, na tela do *software*, o estudante projetou-se nas ações baseadas na própria experiência de deslocamento e rotação no espaço, além de ter o possibilitado elaborar diferentes estratégias e as projetar, de forma lógica e processual, na tela do *SuperLogo*. Compreendemos que os efeitos produzidos na tela, pela qual defende Papert (2008), foram potencialmente significativo. Afinal, o estudante pode adquirir conhecimento a respeito de seu próprio pensamento e descobertas ao longo do processo de construção. Porém, por outro lado, essas mesmas construções geométricas, no *Software SuperLogo 3.0*, não se reduziram em si mesmas. Pelo contrário, a partir delas os estudantes puderam, com a mediação pedagógica do professor e a interação entre os alunos, explorar e compreender a soma dos ângulos internos de um polígono convexo de 'n' lados, utilizando a linguagem *Logo*.

4.2 A soma interna dos ângulos de um polígono convexo de 'n' lados

No segundo encontro dessa temática, os estudantes foram estimulados a compreender a ideia da soma interna dos ângulos de um polígono convexo de 'n' lados de forma exploratória, tendo como suporte o uso da linguagem *Logo*. O quadro¹¹ abaixo, a título de exemplo, retrata um hexágono regular¹² que foi construído pelo grupo de estudantes no projeto após a construção de alguns polígonos regulares (triângulo, quadrado e pentágono).

Quadro 4 - Hexágono regular construído no *SuperLogo 3.0*

Polígono de seis lados (hexágono) <i>Ideias da construção do hexágono</i>	Implementação no <i>Logo</i> <i>repita 6 [pf 100 pd 60]</i>	Transcrições <i>Um recorte</i>
		<p>Professor: vocês escolheram o comando <i>repita 6</i>, pelo fato da figura ter 6 lados. Mas, por que o ângulo escolhido é 60° [pd 60]?</p> <p>Estudante1: (...) porque é o ângulo externo, que a tartaruga deve fazer, da esquerda para direita, para projetar no lado da figura, senão não forma a figura.</p> <p>Estudante4: ela [tartaruga] deve virar numa abertura, em relação a seu eixo, igual a 60°, formando um ângulo suplementar com o ângulo interno [$60^\circ + 120^\circ = 180^\circ$].</p>

¹¹ Decidimos preservar as falas dos estudantes nas transcrições. Já as palavras que estão dentro dos colchetes [] indicam a explicação semântica das ideias deles, enquanto os parênteses () significam o corte dessas falas.

¹² Polígono de seis lados iguais e seis ângulos congruentes (de mesma medida).

O grupo de estudantes, a partir dessa atividade exploratória, num contexto construcionista, percebeu que seria necessário utilizar quatro triângulos para formar o hexágono. Inferimos que a resolução esboçada, por esse grupo de estudante, na folha de papel, foi um pontapé inicial para analisar as propriedades (em especial, os ângulos e a regularidade de repetição) da figura no *SuperLogo 3.0*. Afinal de contas, tal construção exigiu muito mais do que a compreensão isolada das propriedades geométricas para formá-la. Exigiu a compreensão da relação dos ângulos, externos e internos, que o robô-tartaruga deveria fazer para formar a figura pretendida, articulando cada termo geométrico de forma integrada.

É possível perceber que, no quadro 4, na construção do hexágono, foram utilizados, além do comando *repita* (ideia de regularidade), algoritmos referentes à posição da tartaruga. Nota-se também que o comando de orientação (ângulos) executado para esboçar o hexágono foi *pd60* e não o ângulo interno, que é representado na linguagem computacional por *pd 120*. A construção desses comandos, em tese, possibilitaram os estudantes um pensar mais amplo e menos isolado em relação aos termos geométricos, nos quais foram fundamentais para que a tartaruga formasse a figura no *SuperLogo*. A figura a seguir, por exemplo, retrata, em forma de 'esqueleto', a construção desse hexágono, que os estudantes precisam pensar e desenvolver.

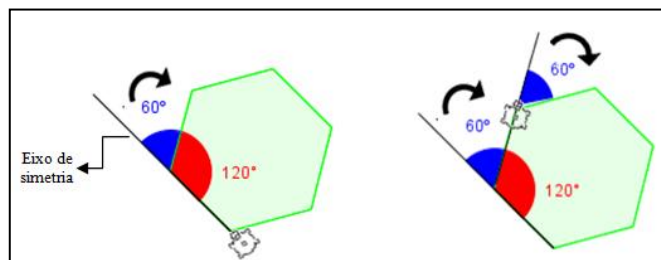


Figura 3 - Entendendo a construção de um hexágono no *SuperLogo*






Fonte: produção própria, 2015.

Esse grupo de estudante, assim como os demais, não só precisou registrar o seu pensamento, o que incluiu diferentes estratégias, em forma de algoritmos computacionais, mas também precisou analisar e deduzir uma lei de formação, a partir de regularidades, que constituísse o hexágono pelo laço de repetição, a saber: *repita 6 [pd nº pd 60]*. Todos os grupos foram encorajados a visualizar e analisar as figuras (triângulos, quadrados, pentágonos e hexágonos) a partir do comando *repita* e deduzir regularidade nessas construções, que são considerados os pilares que sustentam os três primeiros níveis propostos por Van Hiele.

Nem todos os grupos conseguiram, inicialmente, estabelecer a lei de formação do hexágono regular no *software*. Porém, aos poucos, com tentativas e diálogos, novas ideias e estratégias, as dúvidas iam sendo eliminadas e o processo de dedução e abstração iam ganhando mais destaque nas argumentações e expressões feitas pelos próprios estudantes.

Apesar desta momentânea dificuldade dos estudantes, percebemos que, com persistência e entusiasmo, aos poucos, eles conseguiam deduzir não só as relações de regularidades de figuras polígonos de 3,4,5 e 6 lados, mas também deduziram a ideia geral de 'n' lados.

Quadro 5 - Construção de polígonos regulares e a sua generalização.

Polígono Regular	Número de lados	Ângulo Externo	Sintaxe Básica	Efeitos na tela
Triângulo	3	$\frac{360}{3} = 120^\circ$	repita 3 [pf 50 pd 120] mudecp 1 pinte	
Quadrado	4	$\frac{360}{4} = 90^\circ$	repita 4 [pf 50 pd 90] mudecp 2 pinte	
Pentágono	5	$\frac{360}{5} = 72^\circ$	repita 5 [pf 50 pd 72] mudecp 3 pinte	
Hexágono	6	$\frac{360}{6} = 60^\circ$	repita 6 [pf 50 pd 60] mudecp 4 pinte	
...	...	$\frac{360}{...} = ...^\circ$	repita 6 [pf 50 pd ...]
Decágono	10	$\frac{360}{10} = 36^\circ$	repita 10 [pf 50 pd 36] mudecp 10 pinte	
Polígono de 'n' lados	n	$\frac{360}{n} = ...^\circ$	repita n [pf 50 pd ...] mudecp ... pinte	Imagine

Fonte: produção própria, 2015.

No processo de construção das figuras poligonais regulares, conforme Quadro 5, os estudantes puderam, por exemplo, utilizar estratégias das mais variadas possíveis, aplicando os conceitos geométricos para deduzir a lei de formação existente *repita n [pf 50 pd]*, além de perceber durante essa construção que quanto maior o número de lados do polígono, menor será o ângulo externo formado em cada vértice. Perceberam ainda que o número de diagonais traçadas determinava a quantidade de triângulos formados no polígono não necessariamente regular. Para Van Hiele (1986) este tipo de situação em que o estudante tem oportunidade de estabelecer relações e abstrações entre os conceitos e as propriedades de Geometria é uma situação fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico.

5. Tecendo algumas considerações

O uso da *Logo*, nessa temática, por meio da pesquisa, indicou elementos essenciais no desenvolvimento do pensamento geométrico, tais como: visualizar, relacionar e analisar propriedades geométricas para construir as figuras poligonais no *SuperLogo*. Porém, as construções geométricas não se limitaram em quadrados ou triângulos regulares e suas

diferentes combinações, ao contrário, possibilitaram aos estudantes a compreensão da soma dos ângulos internos de um polígono convexo, as suas implicações e as suas regularidades.

Apesar das dificuldades de alguns estudantes demonstradas ao longo do percurso, percebemos que, de modo geral, a linguagem computacional *Logo* contribuiu na construção de significados de Geometria, na compreensão de definições tanto de ângulos, quanto de regularidades existentes, contribuindo, por consequência, à luz do modelo de Van Hiele, no desenvolvimento do pensamento geométrico. Afinal, o uso do *SuperLogo*, em um ambiente construcionista de aprendizagem, permitiu aos estudantes pensar e construir situações importantes à aquisição de estruturas cognitivas mais elaboradas para muito além do concreto.

6. Referências Bibliográficas

CROWLEY, Mary L. **O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico.** In: LINDQUIST, Mary & SHULTE, Albert P. (organizadores), *Aprendendo e Ensinando Geometria*. São Paulo: Atual, 1994.

FIORENTINI, D. Formação de professores a partir da vivência e da análise de práticas exploratório-investigativas e problematizadoras de ensinar e aprender matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. N. 10. p. 63-78. Costa Rica, 2012.

LORENZATO, S. **Por que não ensinar Geometria?** *Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática*. São Paulo, ano III, nº 4, p. 3–13, 1º semestre 1995.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2012. p. 287 - 307.

PAPERT, S. **A Máquina da Criança**: repensando a escola na era da informática. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education.** Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology and Learning Group. Proposta para a National Science Foundation, 1985.

VAN HIELE, P. **Structure and Insight**. Orlando: Academic Press, 1986.