

(Re)construindo o conceito de paralelogramo com o software Klogo: o caso de um professor de matemática em uma ação de formação continuada¹

(Re)constructing the parallelogram concept with the software klogo: the case of one math's teacher in an training action

ÁDAMO DUARTE DE OLIVEIRA²
SUELY SCHERER³

Resumo

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa de mestrado cujo objetivo foi o de investigar se e como conceitos de paralelogramos são (re)construídos por professores de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, em uma ação de formação continuada, ao realizarem atividades com o software Klogo. Neste artigo analisamos o processo de um dos professores participantes da pesquisa de mestrado. A ação de formação foi estruturada em encontros presenciais e virtuais. O referencial teórico da pesquisa é a Teoria das Situações Didáticas e os estudos sobre o ciclo de ações e a espiral da aprendizagem. A análise dos dados mostra que ao realizar atividades com o software Klogo, o professor analisado neste artigo (re)construiu o conceito de paralelogramo; e que o papel do formador foi importante para favorecer o processo de reconstrução de conceitos.

Palavras-chave: (re)construção de conhecimentos; o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem; formação continuada de professores.

Abstract

This article is part of a research master whose objective was to investigate if and how, concepts of parallelograms are (re)constructed by math's teachers from the sixth to the 9th grade of elementary school, in a continuing training action, while managing activities with the software Klogo. This article examines the process of one of the teachers participating in the research masters. The graduating action was done by alive and virtual meetings. The theoretical reference of the research is the Theory of Didactic Situations and the studies about the cycle of actions and the spiral of learning. The facts analysis depicts that when performing activities with the software Klogo, the teacher analyzed this article (re) built the concept of parallelogram; and that the trainer's role was important to promote the reconstruction of concepts.

Keywords: (re) construction of knowledge; the cycle of actions and the spiral of learning; continuing training of teachers.

¹ Apoio: Pesquisa financiada pela Capes

² Professor Mestre, Educação Matemática, Campo-Grande/MS- UFMS – adamo_duarte@hotmail.com

³ Doutor em Educação, vínculo em UFMS– suche@gmail.com

Introdução

As tecnologias digitais estão presentes em vários segmentos da vida humana. Segundo Kenski (2003, p. 29), “[...] elas alteram todas as nossas ações, as condições de pensar e de representar a realidade e, especificamente, no caso particular da educação, a maneira de trabalhar em atividades ligadas à educação escolar”. Partindo deste contexto, questiona-se: como as tecnologias podem contribuir com o processo de aprendizagem em matemática? Como ocorre o processo de construção de conhecimentos com uso de tecnologias digitais?

A partir destas questões, formulou-se a questão norteadora da investigação de mestrado que aqui apresenta-se um recorte a partir da análise de dados de um professor que participou da ação de formação continuada. A questão que norteou a pesquisa foi: como conceitos de paralelogramos são (re)construídos por professores de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, em uma ação de formação, ao realizar atividades com o software Klogo

Neste artigo esta questão é discutida a partir de dois estudos teóricos. O primeiro, sobre o ciclo de ações e a espiral da aprendizagem proposto por Valente (1997; 2003; 2005) possibilitou analisar se e como ocorrem a (re)construção de conceitos de paralelogramos pelo professor em formação, participante da pesquisa; o segundo, a Teoria das Situações didáticas (TSD) desenvolvida por Brousseau (2008), possibilitou organizar uma sequência didática e delinear o papel do professor formador, a partir do desenvolvimento de uma ação de formação continuada de professores, usando o ambiente Klogo.

O software Klogo é um software de programação que se utiliza da linguagem Logo. Este software está disponível nos laptops educacionais, distribuídos nas escolas contempladas pelo projeto UCA (Um Computador por Aluno), este projeto prevê a distribuição de laptops educacionais para cada um dos alunos que estudam nas escolas contempladas. Quando todas as escolas de um município são contempladas, configura-se o UCA-Total, especificidade esta vivenciada pelo professor participante da pesquisa que aqui se apresenta um recorte.

Para investigar a questão de pesquisa traçou-se o seguinte caminho metodológico: a) a escolha de um referencial teórico que permitisse compreender como ocorre o processo de construção de conhecimentos com o uso do computador; b) a coleta dos dados

analisados, a partir da organização de uma ação de formação continuada de professores, pautada na abordagem construcionista de Papert (2008) e na Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Brosseau (2008); c) a análise dos dados a partir de registros obtidos no software, no ambiente virtual e nas gravações de áudio, durante o desenvolvimento da ação de formação de professores.

Os dados foram analisados a partir das seguintes categorias de análise: dificuldades encontradas pelo professor na resolução das atividades no software Klogo, estratégias utilizadas pelo professor na resolução das atividades, possíveis abstrações realizadas pelos professor durante a realização das atividades segundo o ciclo de ações de Valente (1997; 2003; 2005). Também é discutida a importância do papel do professor formador durante a ação de formação continuada.

Neste artigo será analisado o processo de (re)construção de conceito de paralelogramo realizado por um professor ao desenvolver atividades no software Klogo, durante uma ação de formação continuada de 30 (trinta) horas, que envolveu dez professores de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental de escolas públicas do município de Terenos (MS). A escolha do professor para análise apresentada neste artigo foi realizada considerando ser ele um dos professores que possuía uma quantidade significativa de registros do processo de aprendizagem durante o curso.

Os dados aqui analisados constituem-se em registros de áudios gravados durante os encontros presenciais da formação entre professor em formação e professor formador, comandos do software Klogo utilizados pelo professor em formação ao desenvolver suas atividades no decorrer da ação de formação, e observações realizadas pelo formador durante o processo de formação.

O professor em formação, cujas ações são analisadas neste artigo, possui licenciatura plena em matemática e experiência de sala de aula de cinco anos, na rede estadual de educação.

1. O ciclo de ações e espiral de aprendizagem

A ideia de ciclo de ações possibilita compreender como ocorre o processo de aprendizagem de sujeitos em interação com o computador. Inicialmente podemos entender o ciclo como uma sequência de ações que o aprendiz desenvolve usando o computador para a execução de alguma situação (tarefa) proposta. Segundo Valente

(2005), o ciclo acontece em uma sequência, um ciclo aberto composto pelas ações: descrição-execução-reflexão-depuração. A figura 1 a seguir representa o ciclo de ações proposto por Valente (2005), nela é possível identificar cada um dos elementos deste ciclo e as ações do aprendiz usando o computador:

Figura 1 - O ciclo de ações na interação do aprendiz com o computador



FONTE: http://pan.nied.unicamp.br/~lia/ciclo_e_espiral.pdf

Na ação de “*descrição da solução do problema por meio de uma linguagem de programação*”, o aprendiz entra em contato com a tarefa, descrevendo uma possível solução, usando o computador, na expectativa de solucionar uma determinada situação que lhe é proposta. Ou seja, nesta fase, o aprendiz elabora uma série de comandos específicos e os descreve usando a linguagem de um determinado software. A ação de “*execução*” é realizada pelo computador, ele, a partir de comandos recebidos, “*simula*” na tela a resposta construída em linguagem do software pelo usuário aprendiz. Quando o aprendiz se depara com a resposta, ele reflete e depura informações. Segundo Valente (2005), a ação de “*reflexão*” pode levar o aprendiz a três níveis de abstrações: a *abstração empírica* (que permite o aprendiz retirar informações do objeto ou das ações do objeto), a *abstração pseudo-empírica* (que permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento de sua ação ou do objeto) e a *abstração reflexionante* (ocasiona a construção de novos conhecimentos e mudanças conceituais).

A “*abstração reflexionante*” possui ainda dois aspectos inseparáveis, o reflexionamento e a reflexão. O primeiro consiste em projetar sobre um patamar superior de conhecimento aquilo que foi retirado de um patamar inferior. O último seria uma (re) organização, (re) construção, no patamar superior do conhecimento, daquilo que foi

retirado do patamar inferior.

Neste processo de abstração, o aprendiz passa pela etapa da “*depuração*”, realizando uma nova descrição a partir de escolhas, filtrando conceitos e/ou estratégias usadas anteriormente, apenas o que considera dar uma melhor solução ao seu problema. Daí surge uma nova descrição, com a depuração da descrição anterior e a inserção de novos conceitos e/ou estratégias.

Assim, apesar da ideia de ciclo representar algo fechado e repetitivo, que parece não acrescentar novos conhecimentos no fechamento de cada ciclo terminado, Valente (2005, p.66) afirma que este ciclo de ações nos remete a pensar em uma espiral de aprendizagem, não sendo fechado:

[...] A cada ciclo completado, as ideias do aprendiz deveriam estar em um patamar superior do ponto de vista conceitual. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz deveria estar obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização deste ciclo. Assim, a ideia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem, era a de uma espiral.

A ideia de espiral pode ser compreendida como um processo contínuo, em que em cada ação de um novo ciclo, o conhecimento não se encontra da forma inicial em que foi construído no ciclo anterior; sempre é ampliado.

Um ponto importante nesta teoria é que as ações do aprendiz se repetem (descrição-execução-reflexão-depuração), o que muda “é a concepção como tais conceitos contribuem para o desenvolvimento do conhecimento, esse sim na forma de um espiral crescente” (VALENTE, 2005, p 67).

Diante disso, podemos observar três pontos importantes nesta abordagem teórica. Primeiro, quando o ciclo de ações é ativado, a espiral de aprendizagem também aparece, “e nesse sentido a espiral não cresce se o ciclo não acontece” (VALENTE, 2005, p. 72). Segundo, em cada etapa do ciclo realizado o aprendiz mesmo errando, evolui em relação ao que fez anteriormente. Terceiro, que o papel do professor é fundamental, “o aprendiz não está só nesta tarefa já que o professor ou agente de aprendizagem pode auxiliá-lo na manutenção do ciclo de ações” (VALENTE, 2005, p.72).

2. A teoria das situações didáticas

A ação de formação desenvolvida com os professores participantes da pesquisa, foi

pautada na abordagem construcionista de Papert (2008). Em ações de formações nesta abordagem, o professor formador precisa ter uma atitude que favoreça a construção do conhecimento pelo aluno. Almeida (1996, p.49) afirma que:

Na abordagem construcionista cabe ao professor promover a aprendizagem do aluno, para que ele possa construir o seu conhecimento num ambiente que o desafia e o motiva para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta de conceitos envolvidos nos problemas que permeiam seu contexto.

Diante disso, é de responsabilidade do professor, criar situações que desafiem seus alunos, que os motivem pela busca de respostas, assim “[...] é o meio que deve ser modelado” (BROUSSEAU, 2008 p. 19), proporcionando a construção do conhecimento pelo aluno. Pensando nisso, formulou-se uma sequência didática, utilizada na ação de formação desta pesquisa, pautada na TSD de Brousseau (2008), que permitisse criar esse ambiente desafiador que favorece o processo de construção de conhecimentos.

A sequência didática foi pensada de forma a desafiar constantemente os alunos (professores em formação), a tomarem os problemas propostos como se fossem seus, sintetizando algum conhecimento, a partir do problema (situação) proposto, por seus próprios meios cognitivos, sem interferência direta do agente de aprendizagem (professor formador), sobre o saber em jogo; isso foi caracterizado por Brousseau (2008), por uma *situação adidática*.

Uma situação adidática caracteriza-se essencialmente pelo fato de representar determinados momentos do processo de aprendizagem nos quais o aluno trabalha de maneira independente, não sofrendo nenhum tipo de controle direto do professor relativamente ao conteúdo matemático. (FREITAS, 2008, p. 84).

Porém para que o aluno trabalhe de maneira independente, ele deve tomar o problema como se fosse seu, ou ser ele o criador da problemática. Essa atitude de tomar o problema como seu, foi chamada por Brousseau (2008) de *devolução*. A partir do momento em que ocorre a devolução, pode-se dizer que fica caracterizado uma *situação adidática* (FREITAS, 2008). Cabe ao professor, então não apenas comunicar um problema ao aluno, mas criar meios, desafiar os alunos de tal forma, que este aceite o problema como seu.

É claro que a escolha de bons problemas (pelo professor), aliados a atitude do professor em não interferir diretamente no conteúdo matemático em questão, abre caminhos para que uma *situação adidática* ocorra. Freitas (2008, p. 86) afirma que “as situações

adidáticas representam os momentos mais importantes da aprendizagem, pois o sucesso do aluno nelas significa que ele por seu próprio mérito, conseguiu sintetizar algum conhecimento”.

É a escolha de problemas, pelo professor, que irão primeiramente acarretar na *devolução* e proporcionar que o aluno vivencie o que Brousseau (2008) nomeou como *situações adidáticas de ação, formulação e validação*. Num determinado contexto de aprendizagem, entende-se por *situação de ação*, quando o aluno empenhado na busca pela solução do problema proposto apresenta “determinadas ações mais imediatas, que resultam na produção de um conhecimento de natureza mais operacional” (FREITAS, 2008, p. 95).

Dessa forma, o aluno ainda não apresenta nenhum conhecimento de natureza teórica, ele apresenta determinada solução para o problema proposto, porém não explicita como chegou a tal solução. É o caso, por exemplo, quando o aluno propõe-se em construir um quadrado fazendo o uso de um software de que utiliza a linguagem LOGO. Para isso ele apresenta uma sequência de comandos sem que haja uma explicação, uma justificativa, do porquê os comandos apresentados resultam em um quadrado. Assim, não há nenhuma evidência que a sequência de comandos foi criada fazendo-se o uso de algum conhecimento teórico sobre quadrados. A ação do aluno possui mais um caráter experimental.

Em uma *situação de formulação* o aluno “já utiliza, na solução do problema estudado, alguns modelos ou esquemas teóricos explícitos, além de mostrar um evidente trabalho com informações teóricas de uma forma bem mais elaborada [...]” (FREITAS, 2008, p 97).

Apesar de nas situações de formulação, o aluno apresentar algum conhecimento de natureza teórica, ele ainda não indica explicitamente uma validade para o que foi apresentado, e o saber ainda não é usado para esta finalidade. (FREITAS, 2008).

No exemplo dado anteriormente, pode-se identificar uma situação de formulação quando de alguma forma o aluno por meio dos comandos utilizados, ou por outros registros, utilizados na construção do quadrado, apresenta informações de natureza teórica sobre quadrado, porém sem validá-las. Quando o aluno, em um determinado contexto de aprendizagem apresenta “mecanismos de prova e em que o saber é usado com essa finalidade” (FREITAS, 2008, p 98) configura-se uma *situação de validação*.

Na pesquisa desenvolvida, ao pensar nas atividades (sequência didática) que foram utilizadas na ação de formação, tomou-se o cuidado de formular problemas que pudessem mobilizar os professores participantes, para a busca da solução, vivenciando *situações adidáticas*, tomando o problema como se fosse seu como algo desafiador que proporcionasse a reconstrução de conhecimentos de geometria plana, em especial de paralelogramo.

No fechamento das atividades da ação de formação, o professor formador procurou “estabelecer o caráter de objetividade e de universalidade do conhecimento [...], um estatuto mais universal do que aquela limitação imposta pela particularidade do problema estudado” (FREITAS, 2008, p.101).

Tal fato configura-se no que Brousseau (2008) chamou, de *situação didática de institucionalização*. Esta situação não é mais *adidática*, pois confere ao professor o papel de realizar a institucionalização do saber em jogo, ou seja, é ele quem diz quais informações foram pertinentes, ou não, na situação de aprendizagem conferindo ao saber um estatuto universal.

3. Uma experiência com o software Klogo: a (re)construção do conceito de paralelogramo por um professor em formação

Usando os estudos teóricos sobre o ciclo de ações e a espiral da aprendizagem, e a TSD, apresenta-se a análise da (re)construção do conceito de paralelogramo por um professor, na ação de formação continuada ao usar o ambiente Klogo.

Ao realizar a análise, apresenta-se a tarefa, o desafio proposto ao professor em formação, e os processos de construção de uma resposta a partir dos registros realizados no software Klogo, bem como registros de conversas gravadas entre o professor em formação e o professor formador. Também são analisadas as dificuldades encontradas e as estratégias usadas pelo professor em formação analisado neste artigo.

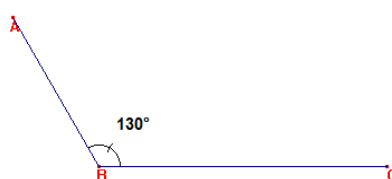
Ao todo foram dez encontros que fizeram parte da ação de formação de professores, que constituiu a experimentação desta pesquisa. Por convenção, ao invés de citarmos os comandos: Frente, Direita, Esquerda e Atrás, comandos do software Klogo, usaremos apenas as letras iniciais destes comandos para indicá-los. Ao professor em formação aqui analisado daremos o nome fictício de “Marilene”. Em alguns diálogos, usa-se o

termo “Outro professor” para indicar a participação de outros cursistas (sem ser o analisado) no processo de formação.

Marilene é professora da rede estadual de ensino, possui licenciatura em Matemática e experiência de aproximadamente cinco anos como professora de matemática.

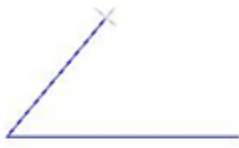
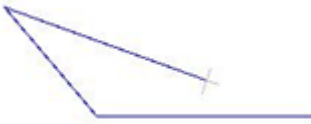

A tarefa proposta no primeiro encontro possuía quatro itens (a, b, c e d), o primeiro item proposto foi o seguinte: a) Observe a figura abaixo e usando medidas quaisquer para AB e BC, desenhe a figura usando o software Klogo e complete-a de forma a ter um paralelogramo ABCD.

Figura 2 - Atividade do 1º Encontro



Para a resolução da tarefa proposta, Marilene apresentou três tentativas, o quadro 1 a seguir mostra as tentativas de Marilene, usando os comandos na linguagem do software, bem como a retroação (representação em tela) dada pelo software a partir dos comandos dados pelo usuário.

Quadro 1 – Tentativas realizadas por Marilene na primeira tarefa

1ª tentativa	2ª tentativa	3ª tentativa
E90 F150 D130 F100 	E90 F150 D50 F100 D150 F150 	E90 F100 D50 F50 D130 F100 D50 F50 

Após tentar solucionar a atividade, Marilene apresenta uma primeira descrição para solucioná-la. Pode-se observar que Marilene utilizou o comando D130, o que constrói

um ângulo interno de 50° , e não um ângulo interno de 130° , conforme figura proposta na tarefa. Ou seja, Marilene ainda não havia percebido que o comando para obter o ângulo interno de 130° deveria ser realizado considerando a medida do ângulo suplementar a ele, neste caso, a medida de 50° .

O professor formador ao atender Marilene, observou que ela estava na sua segunda descrição, conforme descrito no Quadro 1. Assim, de acordo com os estudos de Valente (2005) sobre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem, em especial, o que diz respeito ao papel do agente de aprendizagem, o professor formador questionou Marilene, conforme recorte do diálogo a seguir:

Professor formador: “Legal, vejo que você está tentando... você tem duas tentativas, deixa eu ver... hum... você mudou aqui né (referindo-se à alteração do comando D130 para D50), por que você mudou esses comandos?”

Marilene: “mudei, é que fui fazendo e quando eu vi, o ângulo não estava igual o do desenho (referindo-se a figura proposta na tarefa), aqui tá mais fechado... mas também nem tinha visto que se o ângulo é 130° , tenho que girar 50° e não os 130° como eu fiz... ai fica assim se usar 130° ”

Professor formador: “E na sua segunda tentativa, o que você obteve?”

Marilene: “então... Não estou conseguindo girar a tartaruga para fazer o terceiro lado... o que tenho que fazer?”

Professor formador: “Bom, verifiquei que você conseguiu construir a figura dada, agora você não está conseguindo encontrar qual o ângulo que a tartaruga deve girar para que o terceiro lado seja desenhado... é isso?”

Marilena: “Isso mesmo!”.

Professor formador: “Lembre-se! qual figura você quer construir? O ângulo que você precisa será encontrado mediante a descoberta de algumas propriedades desta figura, quais são essas propriedades?”.

O fato da cursista não conseguir realizar a atividade, dizendo: “Não estou conseguindo girar a tartaruga para fazer o terceiro lado... o que tenho que fazer?”, configura-se em um momento de aprendizagem, que deve ser observado pelo formador. A partir da pergunta da cursista, o professor formador, ao compreender o que a cursista já havia

realizado, pôde lhe lançar questionamentos que possibilitavam refletir sobre suas escolhas e estratégias, depurando suas descrições.

Neste caso, o professor formador não interfere diretamente sobre o saber em jogo, ele apresenta novas questões que levem o aprendiz a pensar sobre, a descobrir por seus próprios mecanismos, estratégias que o permitam resolver o problema, vivenciando assim o que Brousseau (2008) denomina de momentos adidáticos. As questões como: *“Lembre-se! qual figura você quer construir? O ângulo que você precisa será encontrado mediante a descoberta de algumas propriedades desta figura, quais são essas propriedades?”*, lançadas pelo professor formador, não fornecem respostas diretas para a resolução da tarefa, mas oportunizam ao aprendiz refletir sobre o saber em jogo; que poderá ser (re)construído por ele.

Ao considerar o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem de Valente (2005), as abstrações vivenciadas por Marilene nesta depuração, parecem oscilar entre abstrações empíricas e abstrações pseudo – empíricas. As abstrações parecem empíricas quando ela retira as informações do objeto como tal, da figura na tela (*o ângulo não estava igual ao do desenho - referindo-se a figura proposta na tarefa-, aqui tá mais fechado...*), e observa a relação entre a forma do objeto construído por ela e a figura dada na tarefa. No entanto, há indícios de abstrações pseudo-empíricas, quando Marilene ao agir sobre o objeto, modifica-o, enriquecendo-o com características produzidas por possíveis coordenações mentais (*“[...] mas também nem tinha visto que se o ângulo é 130° tenho que girar 50° e não os 130° como eu fiz... ai fica assim se usar 130°”*). A relação necessária nesta tarefa, vinculada ao conhecimento sobre ângulos suplementares não estava na figura, no objeto em si, o que parece se configurar em uma coordenação de ações mentais, a partir de conceitos construídos previamente.

Pode-se observar no diálogo apresentado entre o professor formador e Marilene, que ela, da mesma forma que outros professores no grupo em formação não analisados neste artigo, apresentava dificuldades em construir o terceiro lado do paralelogramo. Segundo os estudos sobre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem realizados por Valente (2005), pode-se inferir que Marilene ao deparar-se com a resposta fornecida pelo software, mediante a inserção dos comandos da 2ª tentativa, compara a figura obtida (na tela) com o que falta para esta representar um paralelogramo. Analisando a continuação do diálogo apresentado anteriormente, pode-se confirmar esta afirmação:

Marilene: “o problema está neste ângulo (referindo-se ao ângulo de giro necessário para construir o terceiro lado do paralelogramo), girei 150°, mas não deu... esses lados não ficaram paralelos.”

Professor formador: “O fato de esses lados serem paralelos, não pode me ajudar a encontrar o valor do ângulo que preciso?”

Marilene: “Hummm... vou ver...”

Ao analisar os comandos utilizados por Marilene e os diálogos estabelecidos entre ela e o professor formador, pode-se concluir que a cursista utiliza alguns conhecimentos relacionados ao conceito de paralelogramo construídos anteriormente por ela, relacionados a propriedades quanto aos lados (paralelos e congruentes). Porém, Marilene não estabelecia, até aquele momento do diálogo, relação entre os ângulos de um paralelogramo (ângulos opostos congruentes, ângulos correspondentes ao visualizar a existência de duas retas paralelas (retas suportes dos lados do paralelogramo) interceptadas por uma reta transversal), conhecimentos importantes para a resolução da atividade no ambiente Klogo.

Quanto ao papel do professor formador, ao lançar questionamentos pontuais sobre as propriedades da figura a ser construída, sem mencioná-las ao aprendiz, contribui para o processo de construção do conhecimento em jogo, ajudando a manter o ciclo de ações e alimentar a espiral de aprendizagem vivenciado por Marilene.

Pode-se observar no Quadro 1, que na terceira tentativa de descrição de Marilene, a partir dos diálogos aqui apresentados, conseguiu concluir a tarefa solicitada. Para saber mais sobre as estratégias e conhecimentos utilizados para a resolução da tarefa, o professor formador resolveu estabelecer um diálogo com Marilene. Afinal, em ações de formação pautadas na abordagem construcionista, o professor formador não pode “contentar-se” com as soluções apresentadas, ele deve questionar constantemente os aprendizes sobre suas produções, a fim de analisar o que está sendo aprendido e o que pode ser usado para desafiar o cursista continuar evoluindo em sua espiral de aprendizagem.

Professor formador: “Legal, vejo que você conseguiu construir o paralelogramo... Mas como foi que você encontrou o ângulo de giro? Por que você não estava conseguindo...”

Marilene: “Olha... Então, na segunda tentativa eu usei 150°, mas não é... por que se esses lados são paralelos esses ângulos são iguais (referindo-se ao ângulo interno dado na figura e seu correspondente), então eu tenho que girar 130° para ficar paralelo”.

Professor formador: “Bom... e como você fez para achar este giro aqui? (referindo-se ao terceiro ângulo do paralelogramo que fornece a direção para a construção do quarto lado do paralelogramo) .Você usou a mesma coisa, ou foi diferente?”

Marilene: “Esse achei assim óh... como esse é 130° (referindo-se ao ângulo interno da figura), esse deve ser igual por que é paralelogramo, ai ele vale 130°, tenho que girar 50° né... ai deu certo...”

Nesta depuração, segundo o ciclo de ações de Valente (2005), parece que Marilene vivencia ações de abstração pseudo-empírica, avançando para abstrações reflexionantes, pois ela enriquece o objeto com informações que não estão disponíveis nele (a frase: “[...] *esses lados são paralelos esses ângulos são iguais [...]*”). Por meio de suas coordenações mentais, ela enriquece o objeto com conhecimentos relacionados a ângulos suplementares, ângulos formados por duas paralelas interceptadas por uma reta transversal. E na última depuração realizada por Marilene, muitos dos conhecimentos utilizados por ela foram retirados “[...] dos não observáveis, isto é, das coordenações das ações do sujeito, coordenações endógenas [...]” (BECKER, 1993, p. 46). Observa-se recortes destas coordenações mentais em registros de falas de Marilene: “[...] *por que se esses lados são paralelos esses ângulos são iguais (referindo-se ao ângulo interno dado na figura e seu correspondente), então eu tenho que girar 130° para ficar paralelo*”.

Terminado o item (a) da atividade, Marilene partiu para o item (b) que consistia em explicitar quais foram os conhecimentos utilizados por ela para a realização da atividade. Ela respondeu: “*ângulos, ângulos opostos de um paralelogramo, ângulos suplementares, ângulos formados por duas paralelas e uma transversal*”. Marilene neste momento confirmou o que havia mencionado em seus diálogos com o formador.

O item (c) da atividade consistia em construir um paralelogramo diferente do item (a). Marilene apresentou em uma tentativa os seguintes comandos: E90, F150, D80, F80, D100, F150, D80, F80.

O professor formador observou, nesta etapa, que Marilene, utiliza muitos dos conhecimentos explicitados por ela no item anterior, tais como ângulos opostos congruentes, ângulos formados por duas paralelas e uma transversal entre outros. Parece que esta última construção não está baseada apenas na prática, Marilene constrói outro paralelogramo, diferente do sugerido do item (a), em uma tentativa, mostrando compreender os conceitos envolvidos na resolução da tarefa.

O item (d) da atividade consistia em construir um paralelogramo cujos ângulos externos fossem todos da mesma medida. Marilene apresentou, em uma única tentativa os seguintes comandos: E90, F100, D90, F100, D90, F100, D90, F100 (Quadrado) e E90, F150, D90, F50, D90, F150, D90, F50 (Retângulo).

Após algum tempo, os professores em formação do grupo começaram a explicitar as características que observaram dos paralelogramos construídos em relação a lados e ângulos. O professor formador foi anotando na lousa os conceitos que os professores em formação foram relatando. Um dos professores em formação disse: “*Com relação aos lados eles são paralelos... paralelismo*”. Começa-se neste momento a institucionalização (BROSSEAU, 2008) do saber em jogo. O diálogo abaixo mostra como o processo de institucionalização foi estabelecido com os professores:

Professor formador: Vocês observaram que os lados são paralelos, mas quais são paralelos? Ou melhor, este por exemplo é paralelo a este? (mostrando dois lados adjacentes)

Marilene: Não... são os opostos...

Professor formador: Isso mesmo, deixa eu colocar aqui... quanto aos lados temos lados opostos paralelos... quanto aos lados, podemos concluir mais alguma coisa? Por exemplo, quando vocês foram construir a figura, quantos passos vocês usaram aqui? (referindo-se ao primeiro lado)

Outro professor em formação: Eu usei 200...

Professor formador: e aqui? (referindo-se ao próximo lado)

Marilene: Usei 130...

Professor formador: e aqui... (referindo-se ao oposto ao primeiro lado).

Marilene: Eu usei tudo 130, mas no caso ai será 200... você começou com 200...

Professor formador: Então, quanto aos lados, temos lados opostos paralelos e de mesma medida. Vamos discutir agora como vocês fizeram para encontrar o giro para construir o terceiro lado? Como vocês me disseram que os lados são paralelos, então posso considerar estes lados como suporte a duas retas paralelas (referindo-se ao 1° e 3° lado), e conseqüentemente, este lado (2° lado), pode ser considerado como uma reta transversal às outras duas. Assim, esse ângulo de 130° (dado na figura) será igual a esse, pois são correspondentes, logo o giro seria de 130°. Bom, mas tem outra relação aqui, o ângulo interno do paralelogramo com o externo resulta em 180°, ou seja temos ângulos suplementares, pois a soma é 180°. Assim, o interno aqui é 50°. Quanto medirá este outro ângulo? (apontando para o ângulo oposto ao dado na figura (130°)).

Outro professor em formação: Serão iguais, são opostos.

Professor formador: Ok! Então temos que quanto aos ângulos, temos que os ângulos opostos são iguais, deixa eu anotar. Logo, podemos definir um paralelogramo como um quadrilátero que possui lados opostos paralelos de mesma medida dois a dois.

Desta forma, o professor formador foi institucionalizando algumas características do paralelogramo a partir do que os professores em formação foram afirmando. Remetendo-se aos estudos de Brousseau (2008) sobre a TSD, é possível perceber que Marilene “entra no jogo”, pois empenha-se nas atividades propostas, ocorrendo a devolução do problema proposto (BROUSSEAU, 2008).

É possível verificar que Marilene ao interagir com o problema de construção do paralelogramo, realiza diversas tipologias das situações didáticas, dentre elas, uma situação de ação e formulação ao construir o paralelogramo. Ao ser questionada pelo formador sobre quais os motivos que a levaram a mudar o comando D50 para o D130, ela responde:

Marilene: “mudei, é que fui fazendo e quando eu vi, o ângulo não estava igual o do desenho (referindo-se a figura proposta na tarefa), aqui tá mais fechado...mas também nem tinha visto que se o ângulo é 130° tenho que girar 50° e não os 130° como eu fiz... ai fica assim se usar 130°”.

Fica evidente que a frase “*fui fazendo e quando eu vi o ângulo não estava igual*” caracteriza uma situação de ação, pois, Marilene realiza ações mais imediatas, até aquele momento ela achava que o ângulo de giro do cursor deveria ser o interno e não o externo. Após verificar este fato, ela formula a hipótese de que se o ângulo é 130° , o giro deve ser 50° (o que falta para 180°). Assim, na medida que a cursista vai agindo sobre o problema dado, ela vai formulando hipóteses a cerca da situação proposta, e de acordo com a figura obtida no computador, ela recomeça a agir sobre o mesmo, na busca de uma solução desejável.

Na terceira tentativa de Marilene pode-se identificar uma situação de formulação e validação. Analisemos a seguinte fala:

Marilene: “Olha... Então, na segunda tentativa eu usei 150° , mas não é... por que se esses lados são paralelos esses ângulos são iguais (referindo-se ao ângulo dado na figura e seu correspondente), então eu tenho que girar 130° para ficar paralelo”.

Ao dizer que o ângulo de 150° usado não é o correto Marilene realiza uma formulação e valida esta afirmação justificando que o valor correto é de 130° , pois os lados da figura são paralelos resultando em ângulos correspondentes. Pode-se dizer que Marilene nesta etapa da atividade já utiliza alguns mecanismos de prova e que o saber envolvido na situação (ângulos formados por duas paralelas, interceptados por uma transversal) é usado para esta finalidade, algo típico de uma situação de validação.

Nota-se outra situação de validação realizada por Marilene ao justificar a construção do ângulo de giro que dá origem ao quarto lado do paralelogramo, ela afirma:

Marilene: “Esse achei assim óh... como esse é 130° (referindo-se ao ângulo interno da figura), esse deve ser igual por que é paralelogramo, ai ele vale 130° , tenho que girar 50° né... ai deu certo...”.

Marilene utiliza o fato de que os ângulos opostos de um paralelogramo serem iguais para validar o que afirmara.

Pode-se concluir que as abstrações vivenciadas por Marilene indicam alguns indícios de reconstrução do conceito de paralelogramo. Ela começa a utilizar, por exemplo, no item (c) da tarefa, ângulos internos opostos de mesma medida, em consequência de novas coordenações mentais com conceitos de ângulos que foram relacionados ao conceito de paralelogramo.

Marilene inicialmente apresenta alguns conhecimentos de paralelogramos, considerando o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem desenvolvida por ela, nota-se que ela incorpora outros conhecimentos a este conceito como, ângulos formados por duas retas paralelas e uma transversal, ângulos suplementares, etc. Evidencia-se alguns indícios de reconstrução de conceitos de paralelogramo, a partir da exigência da tarefa a ser realizada no ambiente Klogo.

Considerações finais

Em vários momentos da análise pode-se observar que há indícios de reconstrução do conceito de paralelogramo pelo professor em formação analisado neste artigo, ocasionado/provocado pelo uso do ambiente Klogo. Isto pode ser observado desde a proposição da atividade que exigia a construção de um paralelogramo a partir de uma figura dada. Para a realização da tarefa proposta, o uso dos conhecimentos referentes a ângulos demorou a ser incorporado ao conceito de paralelogramo.

O professor em formação observado e analisado neste artigo identificava inicialmente algumas propriedades dos paralelogramos, porém aos poucos, considerando o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem do sujeito produzido ao usar o computador, o conceito de paralelogramo foi sendo reconstruído no ambiente Klogo.

O que se pode concluir a partir da análise realizada é que ao trabalhar com o software Klogo, o professor em formação analisado neste artigo reconstruiu seu conceito de paralelogramo, por exigência da tarefa a ser realizada com este software. Isto porque as atividades propostas no Klogo exigiram conhecimentos e estratégias de resolução que necessitam de conhecimentos relacionados não apenas às relações entre medidas de lados da figura, mas também a medidas de ângulos.

Neste sentido, foi necessário mobilizar, por exemplo, propriedades de medidas de ângulos formados por retas paralelas interceptadas por uma reta transversal, nem sempre necessárias quando realizamos tarefas apenas com o lápis e papel. Mas, neste ambiente e a partir das tarefas propostas, precisaram ser mobilizados para a reconstrução do conceito de paralelogramo.

No que diz respeito ao papel do agente de aprendizagem, no caso da pesquisa, o professor formador, constata-se em vários momentos da análise, sua importância no

ciclo de ações e na espiral de aprendizagem desenvolvida pelo professor em formação, analisado neste artigo. A análise evidencia, em alguns momentos, o quão difícil é para o professor trabalhar em uma abordagem construcionista em educação. Nesta abordagem, o professor deve estar todo o tempo “atento” ao processo de construção de conhecimentos de seus alunos, preocupando-se com quais informações serão fornecidas, sem interferir diretamente no saber que está sendo apreendido (BROSSEAU, 2008), mas favorecendo que o aluno, sujeito da ação de aprendizagem, reflita, depure ao longo do processo, construindo conhecimento. Portanto, é necessário investir mais na formação do professor formador.

Esta experiência oportuniza a reflexão sobre processos de formação continuada para professores de matemática, usando tecnologias digitais em uma abordagem construcionista. Afinal, romper com os modelos de educação baseados em práticas de abordagem instrucionista não é um processo fácil, pois trabalhar em uma abordagem construcionista exige do professor formador estudos, reflexões e aprendizagem continuada.

Referências

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini Trindade Morato Pinto de. **Informática e Educação Diretrizes para uma Formação Reflexiva de Professores**. 1996. 194f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 1996.

BECKER, Fernando. Ensino e Construção do Conhecimento: o Processo de Abstração Reflexionante. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v.18, n.01, p. 43 -52, jan./jun.. 1993.

BROSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

FREITAS, José Luiz Magalhães. Teoria das Situações. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: EDUC, 2008. p. 77-111.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias de Ensino Presencial e a Distância**. São Paulo: Papirus, 2003.

PAPERT, Seymour. **A máquina das Crianças**. Porto Alegre: Artemed, 2008.

VALENTE, José Armado. Informática na Educação: instrucionismo x construcionismo. 1997. Disponível em: <www.divertire.com.br/educacional/artigos/7.htm> Acesso em : 20 set.2011.

_____, José Armando. **Pesquisa, Comunicação e Aprendizagem com o Computador**. 2003. Disponível em: <midiasnaeducacao-joanirse.blogspot.com> . Acesso em: 10 maio 2011.

_____, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação. 2005. Tese (livre docência) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes, São Paulo. 2005.

Recebido: 1/1/2013
Aceito: 7/2/2013