

## O PAPEL DA ATIVIDADE DE PROGRAMAÇÃO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS PARA A DOCÊNCIA

PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito \*

LOBO DA COSTA, Nielce Meneguelo\*\*

### RESUMO

Neste artigo analisamos dois episódios envolvendo conceitos matemáticos e atividade de programação, os quais integraram pesquisas sobre formação continuada de professores de Matemática. O objetivo foi o de compreender as possibilidades das atividades de programação utilizadas nos episódios, em relação à (re)construção de conhecimentos necessários para a docência com tecnologia. A metodologia de caráter qualitativo utilizou como instrumentos: questionários, entrevistas semiestruturadas, diário de campo e protocolos das atividades desenvolvidas pelos professores com o uso do Geogebra e Scratch. O referencial teórico pautou-se nas ideias do construcionismo de Papert e Valente em relação à programação e, na base de conhecimentos para a docência, em Mishra e Koehler. A análise do primeiro episódio evidenciou que a atividade de programação desenvolvida no Geogebra possibilitou ao grupo de professores a revisão e sistematização de conceitos matemáticos envolvidos, favorecendo a (re)construção do conhecimento tecnológico do conteúdo. No segundo episódio, o uso da programação Scratch desvelou que os conhecimentos envolvidos - conteúdo específico, tecnológico e pedagógico - se realimentam, no caso propiciando ao grupo a (re)construção do conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo. Os episódios analisados evidenciaram o potencial da atividade de programação para a (re)construção de conhecimentos necessários à docência na perspectiva do TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). Os resultados dão-nos indícios de que a atividade de programação é uma possibilidade a ser utilizada na formação do professor visando a auxiliá-lo a integrar as TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) em sua prática pedagógica.

**Palavras-chave:** Integração. TDIC. Scratch. Formação de Professores.

---

\* Doutora em Educação: Currículo, pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). Atua como docente no Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil e como pesquisadora colaboradora do Núcleo de Informática aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil.. Email: bette.prado@gmail.com

\*\*Doutora em Educação: Currículo, pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). Atua como docente no Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil e como pesquisadora colaboradora do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Email: nielce.lobo@gmail.com

## **THE ROLE OF PROGRAMMING ACTIVITY IN THE PROCESS OF KNOWLEDGE CONSTRUCTION FOR TEACHING**

**PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito \***

**LOBO DA COSTA, Nielce Meneguelo \*\***

### **ABSTRACT**

*In this paper, we analyze two episodes involving mathematical concepts and programming activity, which integrated researches on continuing mathematics teacher education. The aim was to understand the possibilities of activities used in the reported episodes in relation to (re) construction of knowledge necessary for teaching with technology. The qualitative methodology guided data collection and formative processes. The instruments for data collection were: questionnaires, semi-structured interviews, field diary and teachers' protocols of programming activities with Geogebra or Scratch. The theoretical framework was built upon Papert's constructionism, based on Valente's programming activity, utilizing Almeida and Valente's integrated vision of technology use and as for the knowledge for teaching; it was funded in Mishra and Koehler. The analysis of the first episode showed that the programming activity developed in Geogebra enabled the group of teachers to review and systematize mathematical concepts involved, favoring (re) construction of the technological content knowledge. In the second episode, the use of the programming language Scratch unveiled the knowledge involved is fed back, whether specific content, technology or pedagogical, in this case, providing the group with the (re) construction of technological pedagogical content knowledge. The episodes analyzed showed the potential of programming activity for the construction of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for teaching. The results give us evidence that the programming activity is a possibility to be used in teacher education aiming to help the teachers to integrate TDIC in their practice.*

**Keywords:** *Integration. DICT. Scratch. Teacher Training.*

---

\*Maria Elisabette Prado is PhD in Education: Curriculum, by the Pontifical Catholic University of São Paulo (PUC-SP). She is professor in the Post Graduate Program in Mathematics Education at Anhanguera University of São Paulo, Brazil and researcher collaborator of the Computer Center applied to the Education of the State University of Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brazil. Email: [bette.prado@gmail.com](mailto:bette.prado@gmail.com)

\*\*Nielce Lobo da Costa is PhD in Education: Curriculum, by the Pontifical Catholic University of São Paulo (PUCSP). She is professor in the Post Graduate Program in Mathematics Education at Anhanguera University of São Paulo, Brazil and researcher collaborator of the Post Graduate Program in Mathematics Education at the Federal University of Mato Grosso do Sul, Brazil. Email: [nielce.lobos@gmail.com](mailto:nielce.lobos@gmail.com)

## 1 INTRODUÇÃO

A educação na cultura digital tem sido uma temática instigadora para diversos pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, tais como Almeida (2014), Fantin e Rivoltella (2012), Almeida e Silva (2011), entre outros que buscam compreender os impactos da presença das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) no cotidiano da vida tanto dos estudantes quanto de seus professores. Atualmente, com o acesso às tecnologias móveis digitais conectadas à internet, se torna possível romper os limites de tempo e de espaço, aproximando as pessoas e viabilizando o compartilhamento de experiências e conhecimentos.

De fato, essas tecnologias potencializam novas formas de comunicação, de buscar e divulgar informações, bem como de representação do conhecimento. Por essa razão, o uso das TDIC no âmbito educacional implica em novas demandas relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, nos levam a refletir sobre a escola, o currículo e a prática do professor (ALMEIDA; PRADO, 2011).

Em se tratando da prática pedagógica do professor para atuar na Educação Básica integrando os recursos das TDIC aos conteúdos curriculares, as pesquisas de Almeida (2014), Prado e Lobo da Costa (2013), Almeida e Valente (2011) dentre outras têm mostrado que esta não é uma tarefa fácil, porque esse processo requer do professor a (re)construção de conhecimentos (PRADO; LOBO DA COSTA, 2015).

Essa questão tem nos instigado a aprofundar estudos de modo a compreender quais conhecimentos estão envolvidos no processo de reconstrução da prática do professor. Acreditamos que essa compreensão contribuirá para repensar a formação do professor visando à recriação da sua prática integrando as TDIC para potencializar novas formas de aprendizagem dos alunos.

A formação do professor para utilizar as TDIC na prática pedagógica vem ocorrendo desde o início da chegada das tecnologias, especificamente dos computadores, às escolas públicas de Educação Básica na década de 1980, como política do governo federal brasileiro. Nessa época, as propostas de formação de professores voltadas para a utilização dos recursos do computador no contexto das escolas não tinham muitas opções. Uma possibilidade era utilizar *softwares*, jogos, tutoriais e programas de exercício-e-prática, sendo que muitos deles privilegiavam a memorização e a reprodução de respostas corretas, apresentando

características educacionais que refletiam uma concepção behaviorista de aprendizagem. Outra opção, mais desafiadora, era a de utilizar a Linguagem de Programação Logo, segundo os princípios de uma abordagem pedagógica denominada Construcionismo. Esta opção aconteceu devido às ideias inovadoras de Seymour Papert e de seus discípulos brasileiros, dentre os quais destacamos o Prof. Dr. José Armando Valente e a Profa. Dra. Léa Fagundes, que tiveram um papel fundamental tanto na disseminação da abordagem construcionista como no desenvolvimento da Informática na Educação no país (MORAES, 1997; VALENTE, 1999).

Embora Papert (1985) tenha apresentado argumentos relevantes para o uso da tecnologia na educação, o seu foco não estava no artefato tecnológico em si, mas essencialmente no impacto da utilização da tecnologia no desenvolvimento cognitivo, ou seja, na mente, “a forma em que movimentos intelectuais e culturais se auto-definem e crescem” (p. 23) a partir da interação do sujeito com a atividade de programar o computador. Esse autor, a partir das ideias piagetianas, procurou compreender a relação entre o homem e a tecnologia, em especial, a natureza da aprendizagem. Para nortear o uso da atividade de programação na perspectiva construcionista, Papert e Harel (1991) enfatizaram a criação de situações de aprendizagem que favorecessem tanto o *aprender-com* como o *aprender-sobre-o-pensar*. Surgia a ideia do “*hands-on*” e “*head-in*”, ou seja, do aprender-fazendo, da construção de algo com significado para o aluno e que o leve a envolver-se afetiva e cognitivamente com o processo de sua produção. Esse modo de aprender contempla os princípios defendidos também por Freire (1996) por privilegiar a autonomia, a curiosidade e a autoria do aluno.

Essas ideias poderosas, no entanto, não se tornaram amplamente efetivas no contexto do uso do computador nas escolas brasileiras. Uma das razões refere-se ao descompasso que se instalou entre o rápido avanço das tecnologias e o processo de implantação dos computadores nas escolas, assim como nas propostas de formação de professores voltadas para o uso integrado das TDIC ao currículo. Com o avanço tecnológico, ampliaram-se as possibilidades de utilização das TDIC nos processos de ensino e de aprendizagem especialmente com a Web 2.0 e a criação de diversos *softwares* educacionais, jogos e objetos de aprendizagem digitais. Do ponto de vista de *hardware*, também houve um movimento crescente de disponibilização de dispositivos móveis, tais como *laptop*, *tablet*, celulares etc.

Tais avanços tecnológicos podem ampliar e diversificar as metodologias de ensino e as formas de aprender, ultrapassando os limites de tempo e espaço da sala de aula, propiciando o sincronismo na comunicação, favorecendo a aprendizagem colaborativa, o compartilhamento de descobertas, experimentações, reflexões e as diferentes maneiras de representar o conhecimento (MORAN, 2000). Mas, ao mesmo tempo, segundo Lobo da Costa e Prado (2015), essa situação exige do professor novas competências e possibilidades de apropriação da tecnologia na perspectiva da integração da tecnologia ao currículo da escola.

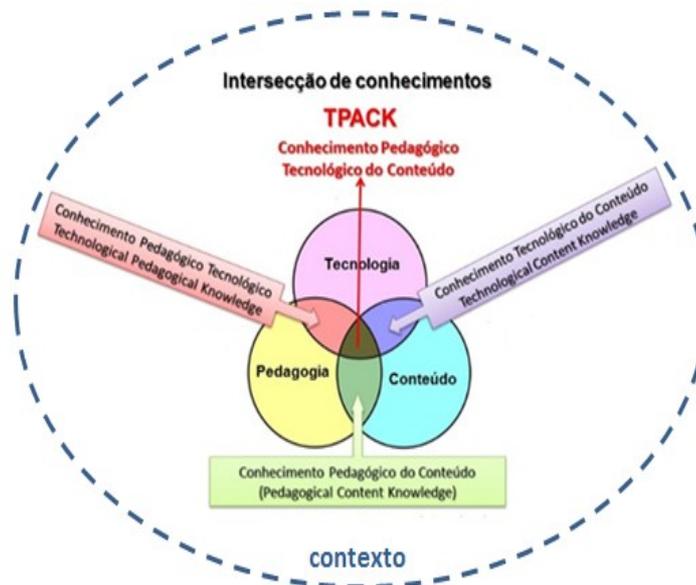
Sob esse enfoque, Almeida e Valente (2011) salientam que a formação do professor para o uso das TDIC como recurso pedagógico envolve:

[...] muito mais do que provê-lo com o conhecimento técnico sobre as TDIC. Ela deve criar condições para o professor construir conhecimento sobre os aspectos computacionais; compreender as perspectivas educacionais subjacentes aos softwares em uso, isto é, as noções de ensino, aprendizagem e conhecimento implícitas no software; e entender por que e como integrar o computador com o currículo e como concretizar esse processo na sua prática pedagógica. (p.50)

Considerando os aspectos abordados por esses autores, fica evidenciado que para o professor desenvolver uma prática integrando as tecnologias digitais ao currículo é preciso construir um novo tipo de conhecimento. Nesse sentido, Mishra e Khoehler (2006) criaram um modelo que integra três diferentes áreas do conhecimento: tecnologia, pedagogia e o conteúdo específico a ser ensinado. Esse modelo foi denominado pelos autores de TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) e representa uma estrutura teórica para auxiliar a compreensão da natureza dos conhecimentos necessários a serem mobilizados pelos professores na docência com o uso das TDIC.

## 2 CONHECIMENTOS PARA A DOCÊNCIA NA PRESENÇA DA TECNOLOGIA

Na criação do modelo do TPACK, os autores Mishra e Koehler (2006) tomaram como ponto de partida a teoria da base de conhecimento dos professores para a docência, de Shulman (1986), que se constitui pela integração dos conhecimentos: pedagógico e do conteúdo específico, dando origem na sua intersecção ao *conhecimento pedagógico do conteúdo*. A essa estrutura foi integrada pelos autores do TPACK o conhecimento tecnológico, conforme mostra a figura 1:



**Figura 1** - Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo

Fonte: Adaptação do original - The TPACK framework and its knowledge Components (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 63)

Nota-se na figura 1 a constituição do TPACK a partir de três intersecções entre os conhecimentos Pedagógicos, Tecnológicos e de Conteúdo. Uma das intersecções, já mencionada anteriormente, entre conteúdo e pedagogia refere-se ao *conhecimento pedagógico do conteúdo* que representa o conhecimento do ensino de um determinado conteúdo curricular. A outra intersecção entre pedagogia e tecnologia gera o *conhecimento pedagógico tecnológico* que significa conhecer as potencialidades e restrições pedagógicas dos recursos tecnológicos disponíveis e, a terceira intersecção, entre conteúdo e tecnologia determina o *conhecimento tecnológico do conteúdo*, o qual implica em conhecer o conteúdo de modo a utilizá-lo em diferentes formas de representação viabilizado pelos recursos tecnológicos.

A intersecção dessas três intersecções é que dá origem ao TPACK, o qual expressa uma forma amálgama de conhecimento constituído pelos *conhecimentos: pedagógico do conteúdo, pedagógico tecnológico e tecnológico do conteúdo*, que segundo Lobo da Costa e Prado (2015), vai além de todos os seus componentes e se configura como um novo tipo de conhecimento.

Entendemos que é essa abordagem integradora de conhecimentos que possibilita ao professor fazer uso das tecnologias digitais, não apenas como um recurso didático, mas sim como uma nova forma para auxiliar o aluno na estruturação do pensamento, conforme têm destacado Almeida e Valente (2011).

Partindo do pressuposto de que o *conhecimento pedagógico do conteúdo* já faz parte da atuação do professor e, portanto, na abordagem do TPACK seria necessário reconstruí-lo, focamos inicialmente nossa reflexão em relação ao conhecimento tecnológico no sentido do processo de sua apropriação. Para tanto, recorreremos aos estudos de Rabardel (1995), que propôs a Teoria da Instrumentação – a qual traduz a ideia de que um artefato tecnológico se torna um instrumento para o indivíduo por meio de um processo de instrumentalização (adaptação do instrumento pelo usuário para usos específicos) e de instrumentação (como o instrumento modela as estratégias e conhecimentos do usuário). Para o autor, artefato é entendido como sendo qualquer objeto (um mapa, um *software*, um computador, um *tablet*, etc.), material ou simbólico projetado para uma determinada finalidade, e o instrumento é entendido como sendo um misto do artefato propriamente dito e dos esquemas de utilização desenvolvidos pelo usuário.

O processo de construção de um instrumento pelo indivíduo, a partir de suas ações com o artefato, é progressivo. Ao começar a usar um artefato a pessoa constrói esquemas próprios de utilização e, com isso, passa a enriquecer seus esquemas mentais. Denomina-se Gênese Instrumental a esse processo progressivo da atividade do indivíduo ao longo do tempo, pelo qual ele transforma o artefato em instrumento para si, para um determinado propósito.

A gênese, por sua vez, ocorre por instrumentalização e instrumentação. A instrumentalização é o processo de diferenciação de um artefato por meio do qual cada usuário dele se apropria. O indivíduo, com seus conhecimentos e com o seu modo de trabalho, age sobre o artefato tomando consciência de suas possibilidades e de suas limitações passando a utilizá-lo de forma particular.

A instrumentação é o processo pelo qual as potencialidades e as restrições do artefato condicionam a ação. Esse processo ocorre no sentido do artefato para o indivíduo, ou seja, são as características intrínsecas do artefato que viabilizam ou limitam as ações e táticas do indivíduo. A partir dos processos de instrumentalização e instrumentação o indivíduo vai

utilizando o artefato, desenvolvendo esquemas mentais e transformando-o em um instrumento para uma finalidade (TROUCHE, 2007).

Isso significa que apropriação tecnológica por si só não é simples e na perspectiva do TPACK esse conhecimento não é visto de forma isolada. A compreensão integrada de como se constrói os conhecimentos *pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo* tem sido um grande desafio *na e para* a formação de professores, uma vez que requer novas (re)construções de conhecimentos.

O interessante é que nesse cenário atual permeado, cada vez mais, pela grande diversidade das tecnologias digitais e de possibilidades de usos pedagógicos, a atividade de programação começa a ressurgir pelo reconhecimento do seu potencial de construção de conhecimentos.

### 3 ATIVIDADE DE PROGRAMAÇÃO

Nos últimos anos, a atividade de programação voltada para o contexto educacional ressurgiu de forma abrangente em vários países apresentando argumentos em relação ao seu potencial para o desenvolvimento, segundo Wing (2006), do pensamento computacional e da construção de conhecimentos. Para entender algumas implicações educacionais da atividade de programação, Valente (2002; 2005) criou um modelo explicativo da espiral da aprendizagem. Essa espiral é constituída por um movimento de pensamentos e ações envolvendo: descrição-execução-reflexão-depuração-(nova)descrição, que ocorre quando o sujeito interage com o computador para resolver determinado problema.

Na atividade de programação o sujeito faz a descrição da solução do problema, por meio dos comandos da linguagem computacional. Nessa descrição, o sujeito aplica o conhecimento formal e/ou intuitivo, relacionando conceitos e estratégias pertinentes ao problema e ao contexto computacional. Essa descrição é executada pelo computador apresentando um resultado na tela, que corresponde ao *feedback*, o qual pode ou não levar o sujeito a refletir e a depurar suas ideias expressas na descrição inicial, dando origem à (nova) descrição.

Em termos de aprendizagem, quando surge um confronto entre o resultado obtido e o resultado esperado gera-se um conflito cognitivo. Diante dessa situação, o sujeito é instigado (espontaneamente ou com a mediação do professor) a refletir sobre seus conceitos e

estratégias e a buscar novas compreensões. Embora a reflexão permeie todo o processo desse ciclo desde a descrição inicial, é justamente no momento em que o sujeito recebe o *feedback* do computador que a reflexão ganha uma nova dimensão. Isto porque o sujeito passa a estabelecer novas relações, as quais o levam a depurar seus conceitos e estratégias, que vão sendo explicitados por novas descrições.

Entretanto, o *feedback* do computador, de caráter lógico, próprio da linguagem computacional, pode não ser suficiente para provocar a reflexão. Por essa razão, destacamos a importância de haver outros tipos de *feedback* que surgem das interações entre as pessoas envolvidas no contexto (entre alunos, entre alunos e professores, entre professores).

Nesse movimento cíclico em forma de espiral, quando o resultado é diferente do esperado, significa que algo está errado, mas na atividade de programação, o erro tem uma conotação diferente, é visto como parte do processo de aprender. A análise e a compreensão do erro é que levam à depuração da programação feita, provocando o sujeito a pensar sobre o conteúdo representado e a sua forma de representação.

A espiral de aprendizagem que ocorre na atividade de programação, segundo Valente (2005), pode ser útil para explicar o processo de construção de conhecimento que acontece na interação com o computador, utilizando inclusive outros *softwares/aplicativos*, como por exemplo, planilhas, *softwares* de autoria e os específicos voltados para os conteúdos curriculares, no caso da área de Matemática, o *Virtual Math Team* (VMT), Geogebra entre outros. Mais recentemente, segundo Almeida e Valente (2012), essa ideia de espiral de aprendizagem vem sendo ampliada e utilizada para compreender o processo de construção de conhecimento que pode ocorrer na produção de narrativas digitais.

No entanto, o foco neste estudo está na atividade de programação envolvendo professores de Matemática. Nesse contexto, vale ressaltar que no processo de programar ocorre um movimento de codificação e decodificação, é a linguagem matemática sendo codificada para a linguagem do *software*. Esse movimento requer do sujeito a mobilização de conhecimento matemático colocado em ação por suas representações favorecendo a (re)construção de conhecimentos.

## 4 CONTEXTO DO ESTUDO

Neste artigo apresentamos o relato e a análise de dois episódios, envolvendo a atividade de Programação, que fizeram parte de pesquisas sobre a formação continuada de professores para o uso das tecnologias digitais, desenvolvidas no Projeto Observatório da Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo.

A metodologia de caráter qualitativo norteou a coleta dos dados relativos aos dois cursos voltados para professores de Matemática que atuam na Educação Básica na rede pública de ensino do estado de São Paulo. O primeiro curso sobre Simetria com o uso do *software* Geogebra fez parte da pesquisa de Pupo (2013) com participação de quinze professores. O segundo curso, voltado para a Linguagem de Programação Scratch no contexto de Matemática, foi parte da pesquisa de Rocha (2015) para um grupo de dez professores. Ambas as formações ocorreram em dez encontros de 3 horas cada, perfazendo um total de 30 horas de atividades.

Para a coleta de dados foram utilizados como instrumentos: questionário, entrevistas semiestruturadas, diário de campo e os protocolos das atividades desenvolvidas pelos professores participantes. O questionário foi elaborado contendo questões relacionadas ao perfil dos professores e às atividades diagnósticas. As entrevistas foram realizadas durante e após os encontros de formação, com o intuito de ouvir os relatos dos professores sobre as experiências vivenciadas no curso. Além disso, foram feitos registros das observações e dos protocolos das atividades de programação desenvolvidas pelos professores com o uso do Geogebra e Scratch.

Nesse artigo apresentamos um recorte de cada pesquisa, especificamente relatos de dois episódios, destacando as principais características de cada contexto e as atividades de programação envolvidas. O objetivo foi o de compreender as possibilidades das atividades de Programação utilizadas nos episódios em relação à (re)construção de conhecimentos necessários para a docência com tecnologia, na perspectiva integradora do TPACK.

## 5 RELATO E ANÁLISE

### 5.1 Episódio-1: Programando com o Geogebra

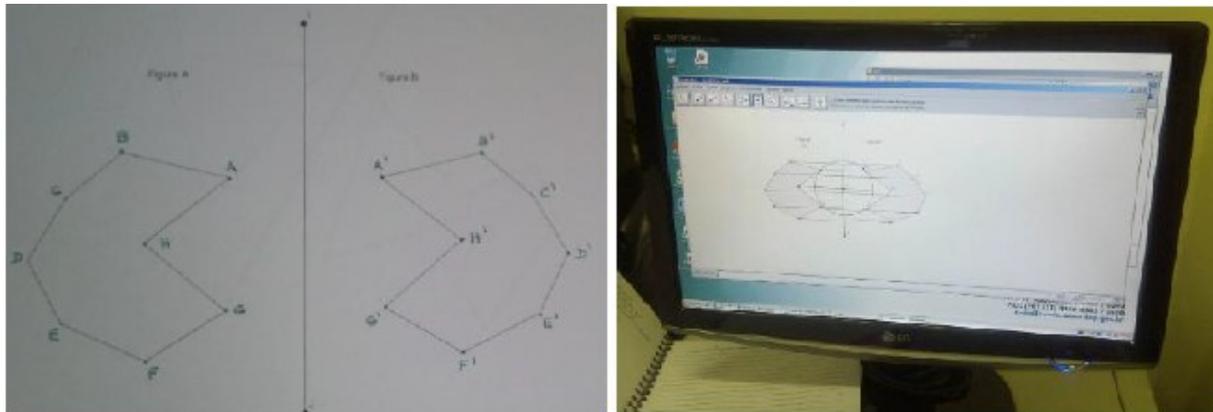
Neste episódio os professores de matemática participantes do primeiro curso de formação continuada tiveram a oportunidade de utilizar o *software* Geogebra voltado para explorar o conceito de Simetria Axial. A fase de diagnóstico evidenciou que a maioria dos participantes do grupo, quatorze deles tinham familiaridade com o uso das TDIC e faziam uso pessoal dos recursos da internet. Em relação aos *softwares* educacionais específicos para área de matemática, o uso para o ensino era bem restrito, sendo que cinco declararam utilizar planilhas e quatro usavam *softwares* educacionais, tais como o *Winplot*, *Factore*, Geogebra. No entanto, os professores que utilizavam esses *softwares* enfatizaram que isto acontecia de forma esporádica e em situações pontuais de sua prática.

Em relação ao conhecimento do conteúdo sobre noção de Simetria Axial, o grupo de professores evidenciou nas atividades de diagnóstico a existência de fragilidades e equívocos. Por exemplo, uma dessas atividades questionava o número de eixos de simetria de algumas figuras e as respostas de somente quatro professores foram corretas. Da mesma forma, diante da questão que envolvia a explicitação do entendimento que os professores tinham sobre a simetria axial foram de quatro professores as respostas corretas.

A partir desse levantamento prévio do conhecimento do grupo, o formador-pesquisador desenvolveu o curso utilizando estratégias pedagógicas e recursos tanto manipuláveis (folha de papel, régua, compasso) como tecnológicos, mais precisamente, o *software* Geogebra.

O Geogebra é um *software* de matemática com propriedades dinâmicas, distribuição gratuita e de código fonte aberto, que auxilia a exploração das atividades, a manipulação direta dos objetos, favorecendo ao usuário confirmar e extrapolar suas hipóteses, testar suas conjecturas diante dos objetos geométricos (GRAVINA; CONTIERO, 2011). Para trabalhar com o conteúdo de Simetria Axial, ele é adequado, em nosso entender, uma vez que oferece ferramentas específicas de Simetria com possibilidades de explorar várias funções.

A figura 2 a seguir ilustra parte da resolução de uma das atividades do curso feita por um dos professores participantes usando materiais manipuláveis e o *software* Geogebra.



**Figura 2** - Exemplo de uma atividade envolvendo a noção de Simetria Axial  
**Fonte:** Pupo (2013, p. 75)

A dinâmica do curso propiciou ao grupo a exploração de diferentes formas de representação do conteúdo, contribuindo para que os professores percebessem que aquilo que sabem fazer – usando lápis e papel – pode ganhar novas possibilidades de reflexão ao expressarem suas hipóteses acerca das possíveis resoluções, em especial quando utilizavam os recursos de movimento que o *software* permite.

Os professores puderam manusear a figura virtualmente girando, alterando as dimensões e observando que as propriedades podem ser mantidas. Esse uso do *software* que permite ao sujeito fazer e desfazer, aumentar e diminuir, medir e conferir, enfim, experimentar hipóteses acerca daquilo que pensa sobre um determinado problema e imediatamente receber o resultado na tela é o que caracteriza o uso da tecnologia na perspectiva de Papert (1985) e Valente (2002) sobre o pensar sobre aquilo que faz e produz.

Assim, para dar continuidade a esse processo reflexivo desencadeado pelo uso da tecnologia e, ao mesmo tempo, potencializar a superação de alguns equívocos conceituais da noção de Simetria Axial identificados entre os participantes, foi proposta uma situação que demandou dos professores vivenciarem uma atividade de Programação.

A estratégia da formação foi a de ocultar o botão "Simetria" presente na barra de Menu do *software* Geogebra. A partir dessa ação, foi proposto como desafio para os professores uma atividade de criação (envolvendo a Programação) de um botão que tivesse a função de mostrar o eixo simétrico de um ponto (A) em relação ao segmento de reta (r).

Para realizar essa atividade, os professores tiveram que discutir e rever conceitos para, a partir disso, descreverem passo-a-passo o procedimento da resolução relacionando as propriedades da simetria axial e a estrutura lógica da linguagem de programação. Assim, os professores, em grupo, foram construindo com apoio na linguagem natural a descrição passo-a-passo do procedimento, como mostra o quadro 1:

**Quadro 1** - Codificação da linguagem matemática para a linguagem do GEOGEBRA

s = perpendicular[r,A] Uma reta s passando pelo ponto A sendo perpendicular a reta r. p = intersecção [s,r] Um ponto p na intersecção da reta s e r. Segmento AP = segmento[A,P] Um segmento chamado de segmento AP, com extremidades dos pontos A e P.
--

**Fonte:** Pupo (2013, p. 78)

Nesse caso, a atividade de programação demandou dos professores a retomada e a sistematização de conceitos matemáticos, ao mesmo tempo em que demandava apropriação da tecnologia para representá-los, traduzindo-os para a lógica da linguagem computacional. Essa é uma forma de lidar e representar o conhecimento do conteúdo diferente daquela que muitas vezes é feita na escola, usualmente centrada nas formas mecânicas de aplicação de fórmulas ou de técnicas de resolução. Na atividade de programação, o grupo de professores teve a oportunidade de rever vários aspectos conceituais relacionados à Simetria durante a descrição feita de suas propriedades no Geogebra.

Esta situação vivenciada pelo grupo de professores mostrou que a atividade de programar o botão de Simetria favoreceu a (re)construção do conhecimento do conteúdo específico e a apropriação, por meio da instrumentalização e instrumentação do *software* Geogebra, resultando na integração do *conhecimento tecnológico do conteúdo*, na perspectiva teórica de Mishra e Koehler (2006).

## 5.2 Episódio 2: Programando com Scratch

Este episódio ocorreu no segundo curso de formação continuada voltado para o uso da linguagem de programação Scratch no contexto da matemática. Dentre os professores participantes, apenas um deles já havia trabalhado com a linguagem de Programação Pascal, portanto, era o único que tinha um conhecimento prévio sobre a atividade de programação.

A formadora-pesquisadora desenvolveu ações voltadas para o professor aprender-fazendo no sentido do construcionismo de Papert, enfatizado por Valente (1993) e Prado (2008). Dessa forma, propôs ao grupo de professores o desenvolvimento de um projeto envolvendo a construção de um *software* educacional abordando conteúdo matemático, mais especificamente a ideia de generalização com sequências numéricas, utilizando padrões.

Assim, enquanto os participantes, em dupla ou individualmente, desenhavam projetos de construção de um *software* educacional usando a linguagem natural, também eram apresentados e explorados os comandos e conceitos da linguagem de programação Scratch de forma contextualizada em atividades matemáticas pontuais.

Dessa forma, entendemos que a vivência do grupo de professores nas situações de programação contextualizadas e pontuais favoreceu o processo de apropriação da linguagem Scratch, na perspectiva de Rabardel (1995).

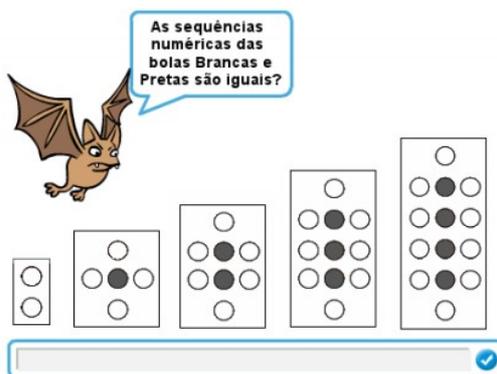
O Scratch é uma linguagem de programação, descendente da linguagem Logo, que também foi desenvolvida no *Massachusetts Institute of Technology – MIT Media Lab* com o objetivo de envolver as pessoas, independente da idade e de ter ou não conhecimento prévio de programação, a criarem suas histórias interativas, *softwares*, jogos e animação.

A atividade de programação, segundo Resnick et al. (2009), pode auxiliar as pessoas a aprenderem sobre resolução de problemas na matemática. No Scratch, a programação é feita por meio de uma sequência de comandos organizados em blocos de várias categorias (com cores distintas), encaixados e encadeados de forma a produzirem as ações desejadas. Os blocos são constituídos por comandos de acordo com suas funções, por exemplo, comandos de movimentos, de controle, sensores, aparência, operadores, variáveis, entre outros. A figura 3, a seguir, ilustra uma sequência de comandos:



**Figura 3** - Exemplo de uma sequência de comandos do Scratch  
**Fonte:** acervo pessoal

A criação do *software* educacional pelos participantes do curso demandou aprofundar e ampliar as possibilidades do Scratch. Por exemplo, alguns professores incluíram no seu desenho do projeto do *software* educacional criar um personagem do tipo avatar para dialogar com os usuários (os alunos), apresentando problemas, questionamentos sobre o conteúdo matemático, como ilustra a figura 4, a seguir:



**Figura 4** - Tela do software educacional feita por um dos professores participantes  
**Fonte:** Rocha (2015, p. 120)

Durante a implementação do Projeto de construção do *software* educacional, os professores levantaram uma série de conjecturas sobre situações-problema que pudessem evidenciar as regularidades de sequências numéricas. Em seguida, foram descrevendo seus algoritmos usando os comandos da linguagem, articulando conceitos matemáticos e computacionais. Nesse processo, foi possível observar que o conhecimento do conteúdo

matemático foi realimentando o conhecimento da linguagem de programação Scratch e vice-versa, resultando com isso na (re)construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo* na perspectiva teórica de Mishra e Koehler (2006).

Outra situação ocorrida que evidencia reconstrução de conhecimentos pedagógicos e tecnológicos foi que durante o processo de programação os professores se depararam com o problema de programar um tipo de *feedback* diante daquilo que os usuários (os alunos) poderiam dar como resposta ao interagir com o *software* educacional. De fato, para programar o *software* educacional, os professores, primeiramente, tiveram que organizar a sequência de comandos necessários para apresentar o problema referente ao conteúdo e produzir o efeito interativo na tela, como mostra a figura 4. Em seguida, como o programa tinha que checar as respostas que seriam dadas pelos alunos ao interagirem com o *software* educacional, os professores tiveram que antecipar as possíveis respostas e programar diferentes tipos de *feedback*.

Essa situação causou no grupo um desequilíbrio cognitivo na busca de solução, alguns dos professores resolveram programar um *feedback* genérico e muito simples, ou seja, se a resposta dada pelo aluno não fosse correta deveria aparecer na tela a frase: *Você errou, tente novamente*.

Nesse momento, a intervenção do pesquisador-formador foi fundamental para questionar e promover a reflexão dos professores sobre situações semelhantes que acontecem em sala de aula, quando seus alunos não acertam a resposta de determinadas atividades. A pergunta feita aos professores (*O que você faria nessa situação para interagir com os alunos?*) gerou momentos de introspecção no grupo e, aos poucos, os participantes começaram a trocar ideias sobre as possíveis resoluções dos alunos e de que forma poderiam programar suas orientações.

Entendemos que as discussões e trocas de ideias trouxeram tona o *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo* e este foi desencadeador de reflexões dos professores sobre a própria prática, envolvendo análise sobre o que poderia ter ocasionado o erro do aluno. Os professores refletiram também sobre as possíveis lacunas na compreensão dos conteúdos matemáticos envolvidos e como eles poderiam intervir para que o aluno pudesse de fato aprender na interação com o *software* educacional.

No entanto, para o professor programar as diversas possibilidades de *feedback* não é algo simples de ser feito do ponto de vista computacional. Nesse caso, seria necessário ter mais tempo para que os professores desenvolvessem no *software* educacional tipos de *feedback* mais elaborados e de caráter pedagógico construtivo para a aprendizagem dos alunos.

Entretanto, do ponto de vista da formação a atitude reflexiva dos professores sobre a prática pedagógica originada na atividade de Programação, mostrou que a estratégia de propor um projeto de criação de *software* educacional propiciou ao grupo de professores a (re)construção do *conhecimento pedagógico do conteúdo*. Além disso, ficou evidenciado indícios de que o grupo de professores reconheceu a necessidade de desenvolver o *conhecimento pedagógico tecnológico*, para propiciar aos alunos o uso da tecnologia, nesse caso, o *software* educacional numa abordagem construcionista.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois episódios mostraram o potencial da atividade de Programação sendo utilizada no contexto da formação continuada do professor de matemática em termos de propiciar a apropriação das tecnologias digitais indo além do domínio operacional de seus recursos. No primeiro episódio, a atividade de programar o botão de Simetria no Geogebra proporcionou ao grupo de professores rever e sistematizar os conceitos matemáticos relacionados Simetria Axial, uma vez que a tecnologia, mais especificamente, o *software* Geogebra requer uma nova forma de representação do conhecimento. A vivência nessa atividade de Programação favoreceu a (re)construção do *conhecimento tecnológico do conteúdo* pelo grupo.

No segundo episódio, o uso da linguagem de programação Scratch trabalhado na perspectiva de projeto favoreceu ao grupo de professores vivenciar a autoria na criação de um *software* educacional. Esta forma de aprender desvelou que os conhecimentos envolvidos – sejam do conteúdo matemático, da linguagem computacional e dos aspectos pedagógicos – se realimentam entre si e, nesse caso, propiciou ao grupo a (re)construção do *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo matemático*.

Este estudo mostrou que o processo de formação do professor para o uso integrado das TDIC na perspectiva do TPACK é complexo e requer um aprendizado contínuo, uma vez

que as tecnologias avançam rapidamente trazendo novos desafios. No entanto, essa necessidade não ocorre somente por este fato, mas também pela exigência de o professor rever suas práticas pedagógicas para que os conteúdos curriculares sejam abordados de forma integrada com as tecnologias, propiciando o aprendizado significativo aos estudantes dessa geração da cultura digital.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Observatório da Educação (OBEDUC), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de subsídios para o desenvolvimento desta pesquisa alojada no Projeto nº 19366 Edital49/2012/CAPES/INEP.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. Integração currículo e tecnologias: concepção e possibilidades de criação de web currículo. In: \_\_\_\_\_; ALVES, R. M.; LEMOS, S. D. V. (Orgs). **Web currículo. Aprendizagem, pesquisa e conhecimento com o uso de tecnologias digitais**. Rio de Janeiro: Letra Capital Editora, 2014.

\_\_\_\_\_; SILVA, M. da G. M. da. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de Web Currículo. **Revista e-Curriculum**, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2011. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>>. Acesso em: 21 maio 2016.

\_\_\_\_\_; PRADO, M. E. B. B. **O computador portátil na escola** – mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem. São Paulo: Avercamp, 2011.

\_\_\_\_\_; VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 57-82, 2012. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol12iss3articles/almeida-valente.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

FANTIN, M.; RIVOLTELLA, P. C. **Cultura digital e escola: Pesquisa e formação de professores**. Campinas: Papyrus, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1996.

GRAVINA, M. A., CONTIERO, L. O. Modelagem com o Geogebra: uma possibilidade para a educação interdisciplinar? **Revista RENOTE Novas Tecnologias na Educação**, UFRGS, v. 9, n. 1, jun. 2011.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogicalcontent-knowledge/>>. Acesso em: 21 maio 2016.

LOBO DA COSTA, N. M.; PRADO, M. E. B. B. A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. In: **Revista Perspectivas em Educação Matemática** – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática - UFMS, v. 8, n. 16, p. 99-120, 2015.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MORAES, M. C. Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, 1997. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2320>>. Acesso em: 21 maio 2016.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Orgs.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

\_\_\_\_\_; HAREL, I. Situating Constructionism. In: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ (Eds). **Constructionism**. New York: Ablex Publishing, 1991.

PRADO, M. E. B. B. Os princípios da Informática na Educação e o papel do professor: uma abordagem inclusiva. In: RAIÇA, D. (org.). **Tecnologias para a Educação Inclusiva**. São Paulo: Avercamp, p. 55-65, 2008.

\_\_\_\_\_; LOBO DA COSTA, N. M. Educational Laptop Computers Integrated into Mathematics Classrooms. In: GELLERT, U.; RODRÍGUEZ, J. G.; HAHN, C.; KAFOUSSI, S. (Eds). **Educational Paths to Mathematics**. New Yourk: Springer, p. 351-364, 2015.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. O processo de apropriação das TIC e a reconstrução de novas práticas no ensino de matemática. **Actas do VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática - CIBEM**, Montevideo, Uruguay, 2013.

PUPO, R. de A. **O uso das tecnologias digitais na formação continuada do professor de matemática**. São Paulo, 2013. Dissertação de Mestrado - Universidade Bandeirante Anhanguera.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995.

RESNICK, M. et al. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009.

ROCHA, A. K. de O. **A programação de computadores como meio para integrar diferentes conhecimentos: uma experiência com professores de Matemática**. São Paulo, 2015. Tese de Doutorado - Universidade Anhanguera de São Paulo.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, p. 4-14, 1986.

TROUCHE, L. Environnements informatisés d'apprentissage: quelle assistance didactique pour la construction des instruments mathématiques? In: R. Floris; F. Conne (Eds.), **Environnements informatisés, enjeux pour l'enseignement des mathématiques**. Brussels: DeBoeck ; Larcier, p. 19-38, 2007. Disponível em: <[https://www.academia.edu/5035098/Trouche\\_L\\_2007](https://www.academia.edu/5035098/Trouche_L_2007)>. Acesso: 14 maio 2016.

VALENTE, J. A. **A Espiral da Aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Campinas, SP, 2005. Tese de Livre Docência. Departamento de Multimeios, Mídia e Comunicação. Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas.

\_\_\_\_\_. A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M.C (Org.). **Tecnologia no ensino**: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, p.15-37, 2002.

\_\_\_\_\_. Informática na Educação no Brasil: Análise e Contextualização Histórica. In: VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, p. 1-28, 1999.

\_\_\_\_\_. **Computadores e Conhecimento** – repensando a educação. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1993.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**. v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

**Artigo recebido em 08/07/2016.**  
**Aceito para publicação em 10/09/2016.**