



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Uma experiência construcionista com professores da educação básica do estado do Paraná (Brasil)

RIBEIRO DOS SANTOS, C. F.; PINHEIRO, N. A. M.

Uma experiência construcionista com professores da educação básica do estado do Paraná (Brasil)

Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO/PR

professorgil1968@gmail.com

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

nilceiaamp@gmail.com

Resumo: O presente trabalho relata uma experiência de aplicação de uma estratégia construcionista num curso de formação continuada de professores da educação básica do Estado do Paraná. O curso é parte do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), da Secretaria de Estado de Educação, em parceria com as Instituições Estaduais de Ensino Superior. Nesse programa, os professores da educação básica se afastam das atividades de ensino para receberem uma formação que passa pela elaboração de uma produção didática, devidamente orientada por um professor de uma das Universidades Estaduais. Posteriormente, os professores participantes do PDE retornam às suas atividades pedagógicas, momento em que farão a implementação de sua produção. Enquanto estão afastados, esses professores participam de cursos de formação em fundamentos da educação, metodologia de pesquisa, metodologias de ensino e aprofundamento em conteúdos específicos de suas áreas de atuação. Foi num desses cursos que a experiência relatada neste trabalho foi desenvolvida. A experiência consistiu na interação com a ferramenta de programação computacional *Scratch*, desenvolvida pelo *Scratch Lifelong Kindergarten Group* do *MIT Media Lab*, com apoio financeiro da *National Science Foundation*, da *Microsoft*, da *Intel Foundation*, da *Nokia* e do *MIT Media Lab Research Consortia*. Ela permite a criação de programas computacionais na forma de roteiros (*scripts*), os quais definem as ações de uma “personagem” (desenho que fará as interações) num “palco” (área da tela onde a “personagem” atua). Primeiramente, os participantes do curso tomaram um contato inicial com a ferramenta, elaborando roteiros para a execução de ações simples pela “personagem”. Posteriormente, foi proposta a elaboração de alguns roteiros com o intuito de desafiar os participantes a explicitar os invariantes operatórios mobilizados na resolução das situações-problema

propostas. Como resultado da interação com a ferramenta, os professores participantes puderam refletir sobre a forma como resolvem os problemas propostos, analisando os próprios erros cometidos ao longo do processo de programação, execução, verificação dos resultados, reflexão, depuração e nova programação, repetindo-se o ciclo até que o resultado esperado seja alcançado. Essa estratégia é denominada construcionista. O estudo compõe uma pesquisa de doutorado conduzida pelo primeiro autor, sob orientação da segunda, no programa de pós-graduação da Instituição a que ambos estão vinculados.

Palavras-chave: Tecnologia, Ensino, Construcionismo, Professores de Matemática, Formação Continuada.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, a formação inicial de professores dificilmente contemplava o emprego das tecnologias de informação e comunicação (TICs) como ferramenta no processo de ensino, visando uma potencialização da aprendizagem dos estudantes. Mais recentemente, essas ferramentas começaram a fazer parte das estratégias de ensino utilizadas pelas instituições formadoras, fenômeno acompanhado de um incremento na utilização dessas ferramentas no ensino básico. Somada a oferta cada vez maior e mais diversificada de artefatos com possibilidade de serem utilizados no meio escolar, a incorporação desses recursos trouxe melhorias significativas para as relações entre ensino e aprendizagem.

Apesar desses avanços, a relação entre os professores e as tecnologias, especialmente os computadores e as modernas mídias móveis (*smartphone* e *tablet*) não tem sido tão fácil quanto se imaginava. De fato, apesar dos esforços dos fabricantes de equipamentos (*hardware*) e de aplicativos (*software*), além da disponibilidade cada vez maior de recursos multimídia na Internet, tais artefatos ainda requerem um considerável grau de especialização para seu uso. Isso muitas vezes, tem causado certo pessimismo nos docentes de educação básica no que se refere ao uso do computador e das demais tecnologias digitais como ferramenta auxiliar no processo de ensino. Isso sem contar o fato de que dificuldades de infraestrutura também se constituem num desafio a ser superado. Num trabalho recente destes autores, ainda não publicado, foram levantados entre professores da educação básica alguns exemplares dos problemas estruturais das escolas. Tais problemas têm causado certa frustração no que se refere à efetiva incorporação das TICs na prática pedagógica desses docentes.

Em geral, a utilização dessas tecnologias, quando ocorre, se dá através de uma abordagem instrucionista, na qual o papel do computador e das demais mídias digitais não é mais elaborado do que o dos recursos mais tradicionais empregados no

meio escolar (quadro e giz, livros, cadernos etc.). De fato, os aplicativos mais utilizados nas escolas e os recursos mais populares disponíveis na Internet foram essencialmente concebidos para esse tipo de abordagem, onde o computador somente fornece as informações e o estudante interage muito pouco, limitando-se a meramente avançar ou retroceder na visualização dos recursos.

A proposta da experiência didática que ora apresentamos foi tentar provocar uma ruptura com esse modelo instrucionista. Para tanto, a opção metodológica se pautou por uma abordagem que pode-se considerar oposta ao instrucionismo: trata-se da abordagem construcionista.

É preciso destacar que tal abordagem não é algo novo, tendo sido proposta inicialmente por Seymour Papert quando desenvolveu a linguagem Logo e todo o paradigma construcionista inerente a ela (PAPERT, 1980; 2008). Nessa nova abordagem, o aprendiz deixa de ter um papel meramente passivo e “absorvedor” de informações e passa a manifestar uma postura autoral, elaborativa, reflexiva e autônoma, através da qual ele mesmo pode detectar e corrigir erros, refletir sobre resultados e modificar sua produção de maneira livre, observando as consequências de cada modificação no resultado final.

Na abordagem construcionista, o aprendiz, seja ele o estudante ou o próprio professor, tem a tarefa de programar a máquina, construindo, a partir de uma ideia ou desafio, uma solução independente, autônoma e, muitas vezes, inédita. Na experiência ora relatada o foco era mostrar aos professores participantes a gama de possibilidades associadas ao aplicativo, que permite criar diferentes recursos a partir de uma plataforma relativamente simples, de fácil entendimento e utilização.

No primeiro momento, descrevemos o contexto em que foi conduzida a experiência, no caso o Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), a que se vinculam os professores participantes. Em seguida, são abordados aspectos relacionados ao construcionismo e à Teoria dos Campos Conceituais, de onde foi destacado o conceito de invariantes operatórios. Na sequência, é relatada a experiência propriamente dita, seguida da apresentação de alguns resultados qualitativos, pois, sendo parte de uma pesquisa maior, ainda não é possível vislumbrar resultados mais gerais, que sejam de fato uma resposta ao problema que orienta a citada investigação. Nas considerações finais, são discutidos alguns aspectos referentes à experiência e sugestões para os que se proponham a repeti-la.

2. O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL (PDE)

Durante muito tempo, a progressão de carreira dos professores da educação básica do Estado do Paraná (Brasil) esteve atrelada à participação em cursos de curta duração ofertados pelo próprio órgão governamental, a Secretaria de Estado da

Educação, ou em cursos de aperfeiçoamento e especialização ofertados por universidades, faculdades ou institutos especializados em pós-graduação *lato sensu*. Esse cenário sofreu uma alteração no ano de 2010, quando foi criado o Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE).

O PDE é uma política pública de Estado regulamentado pela [Lei Complementar nº 130](#), de 14 de julho de 2010 que estabelece o diálogo entre os professores do ensino superior e os da educação básica, através de atividades teórico-práticas orientadas, tendo como resultado a produção de conhecimento e mudanças qualitativas na prática escolar da escola pública paranaense. (PARANÁ, 2014).

O Programa visa estabelecer o contato dos professores da educação básica com pesquisadores das universidades estaduais, de forma que possam vislumbrar o trabalho de produção de conhecimento. Mais especificamente, objetiva “proporcionar aos professores da rede pública estadual subsídios teórico-metodológicos para o desenvolvimento de ações educacionais sistematizadas, e que resultem em redimensionamento de sua prática” (PARANÁ, 2014).

Desde sua implantação, o Programa tem fomentado o desenvolvimento de ações que trouxeram impactos positivos para o processo de aprendizagem dos estudantes de educação básica, através da implementação de ações inovadoras nas escolas, fruto de um processo metodicamente planejado e fundamentado. Durante o período de um ano, nas fases de elaboração do projeto e da produção didática, os professores são afastados das atividades escolares, ganhando tempo e oportunidades de participarem de inserções acadêmicas, cursos, oficinas, palestras, entre outras atividades características do meio acadêmico. Após esse afastamento, os professores retornam às atividades em tempo parcial para efetivarem a implementação das ações planejadas e, por fim, escreverem um relato das experiências.

A intervenção relatada neste trabalho foi realizada com a Turma de 2014 do PDE, ao longo do curso de Metodologias de Ensino, integrante da grade de atividades do Programa. Os detalhes da experiência são descritos no item 4.

3. O CONSTRUCIONISMO E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A discussão sobre o papel da programação ou de outras estratégias construcionistas no processo de aprendizagem não é inédita. De fato, Papert propôs o conceito de construcionismo já na década de 1960 (PAPERT, 1980; 2008), quando o uso do computador nas escolas de educação básica ainda era incipiente. O

construcionismo envolve uma estratégia para a aprendizagem de conceitos inerentes aos saberes escolares, principalmente os que podem ser relacionados à construção e programação de dispositivos, dentre os quais estão os computadores e os aparatos robóticos. Desde então, houve uma produção razoavelmente significativa de trabalhos nessa linha de investigação, mas em número pequeno quando comparada ao número total de pesquisas relacionadas ao uso das TICs no ensino e na aprendizagem.

Entretanto, durante a formação de professores, seja ela inicial ou continuada, a abordagem instrucionista de utilização das TICs é predominante, o que retira o papel de autoria das mãos do professor ou do estudante, colocando-os numa posição de mera expectativa de resultados mostrados por uma simulação, por um texto interativo ou um vídeo digital. Entende-se, portanto, que é necessária uma mudança de postura diante das tecnologias, de forma a transformar os atores do processo de ensino-aprendizagem em protagonistas, e não em meros expectadores.

Pensando dessa forma, a proposta descrita neste trabalho é associar a abordagem construcionista das TICs à Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1990; 2009). Pretende-se, assim, oportunizar o contato com as TICs no sentido de buscar a explicitação de invariantes operatórios nos esquemas resolutivos dos sujeitos da pesquisa, mediante a proposição de situações problema para serem resolvidas através da construção e programação de roteiros de programação num aplicativo próprio, o *Scratch*.

A análise das estratégias de resolução de situações problema, especialmente no que se refere à estruturação de esquemas de pensamento, motivou a escolha da Teoria dos Campos Conceituais como base para este estudo. Os citados esquemas de pensamento são construídos quando o sujeito se defronta com uma situação e, como já foi dito, permanecem implícitos nas suas ações. Nesse aspecto, a Teoria de Vergnaud (1990; 2009) se mostra adequada, pois identifica a conceitualização como ação principal no processo de construção do conhecimento. Segundo essa teoria, um conceito se constitui como um triplete de três conjuntos, $C(S, I, \Gamma)$: o primeiro é constituído de situações (S), as quais dão sentido ao conceito, ou seja, são a referência; o segundo conjunto é denominado invariantes operatórios (I), sobre os quais repousa a operacionalidade dos esquemas (o significado), constituído pelos conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, elementos dos esquemas de pensamento mobilizados pelo indivíduo quando interage com uma situação; o terceiro conjunto contempla as representações simbólicas (Γ), ou seja, as formas linguísticas e não linguísticas que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante) (VERGNAUD, 1990, p. 7).

Quando se dedica à tarefa de construir um dispositivo, um roteiro de programação, um planejamento, ação característica de uma abordagem construcionista, o indivíduo parte de uma situação eleita ou proposta, a qual necessita de um tratamento resolutivo. Então, ele mobiliza seus invariantes operatórios, ou seja, conhecimentos prévios já consolidados em forma de esquemas resolutivos, constituídos de procedimentos, algoritmos, formas discursivas, argumentação, entre

outros elementos. Após resolver a questão, explicita os resultados através dos elementos do terceiro conjunto, ou seja, formas linguísticas e não linguísticas, comunicando tais resultados, além de visualizar elementos que lhe permitem refletir e analisar erros no processo.

Portanto, fica demonstrado por que este estudo considera que a abordagem construcionista e a Teoria dos Campos Conceituais são compatíveis no que se refere aos propósitos deste estudo.

4. RELATO DA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA

4.1 Descrição da Ferramenta *Scratch*

A abordagem construcionista consiste num processo de “ensinar a máquina a fazer”. Ao contrário da concepção instrucionista de máquina de ensinar, o computador figura como elemento passivo, aguardando as instruções do elemento ativo, no caso o aluno, que alimentará a máquina com instruções para executar determinada tarefa, ou seja, programar o computador (DOS SANTOS, 2014, p. 23).

Apesar das vantagens cognitivas inerentes a essa abordagem, é preciso estar ciente das dificuldades para sua operacionalização. Uma dessas dificuldades é a necessidade de se dominar habilidades de programação, que consiste em conhecer a lógica de construção de programas de computador, ou algoritmo. É nesse aspecto que se propõe o uso de uma ferramenta que pode facilitar esse processo: o *Scratch* (SCRATCH, 2014), desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*MIT - Massachusetts Institute of Technology*).

O citado programa, segue a mesma perspectiva da linguagem LOGO, desenvolvida no mesmo Instituto por Seymour Papert (PAPERT, 1993). Essa perspectiva está relacionada ao uso do computador como ferramenta, de acordo com a concepção de Valente (1998; 2014).

Com o Scratch, o estudante estabelece um roteiro de ações a serem executadas por um personagem num palco. O professor pode, por exemplo, elaborar um desafio com algumas condições e solicitar para que o estudante trace o roteiro para cumprir a meta estipulada. Considera-se que é necessário um tempo para que o estudante se habitue com as funcionalidades do aplicativo, mas, após essa interação, ele estará habilitado para executar a tarefa solicitada. Daí em diante, o professor apenas intervém para questionar os comandos escolhidos pelo estudante, fazendo com que ele preveja as ações do personagem. Na figura 1 é mostrado um exemplo de

atividade desenvolvida no Scratch. Na atividade, um lápis (personagem) é programado para desenhar um triângulo equilátero num plano cartesiano (palco).

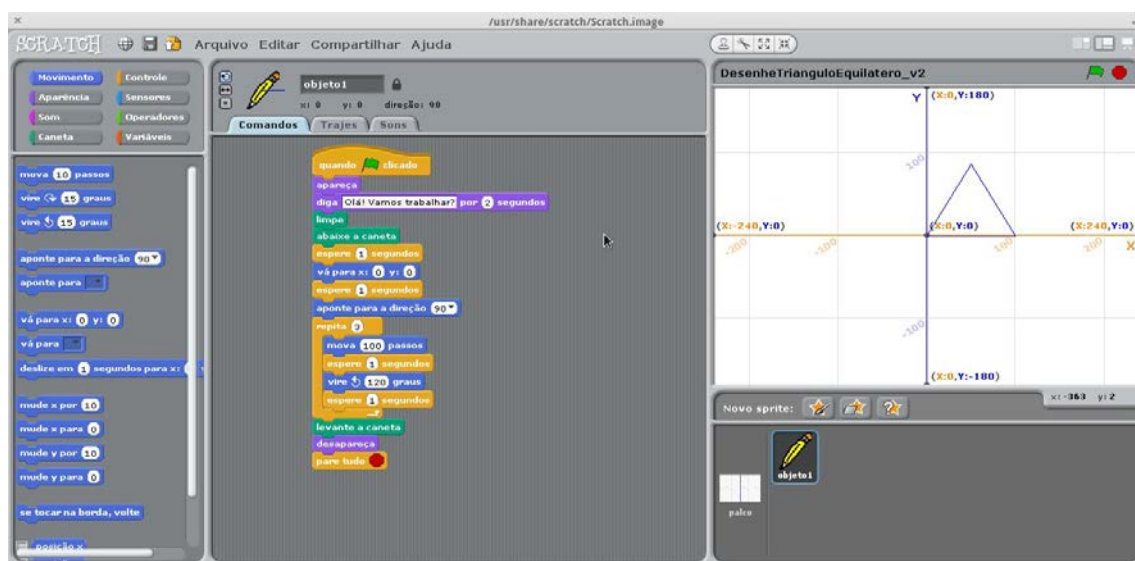


Figura 1: Exemplo de atividade desenvolvida no Scratch (Fonte: autoria própria).

4.2 Desenvolvimento da intervenção com base no Construcionismo

A intervenção foi desenvolvida ao longo do Curso Específico de Metodologias de Ensino, que é parte integrante das atividades do PDE. O público dessa intervenção foi constituído de 11 professores da educação básica, participantes do Programa, os quais se encontram na primeira fase, durante a qual estão afastados de sua instituição escolar para realizar cursos e inserções acadêmicas.

A abordagem foi desenvolvida com o uso de recursos computacionais oferecidos pelo Laboratório de Educação Matemática, vinculado ao Departamento de Matemática do Campus de Irati da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Paraná. Através dos computadores, foi acessada a página do aplicativo (SCRATCH, 2014), a qual permite desenvolver as atividades propostas durante a intervenção.

No primeiro momento, os participantes do curso tiveram a oportunidade de interagir com o programa, explorando suas possibilidades, executando alguns roteiros simples, visualizando alguns exemplares publicados na página e exercitando a criação de seus próprios roteiros para a execução de ações mais elementares. Após essa etapa, os participantes foram desafiados a criar roteiros de programa para resolver algumas situações propostas.

O primeiro desafio foi fazer a personagem do Scratch desenhar um triângulo equilátero. Através de um processo dialógico, os participantes conseguiram identificar as instruções fundamentais para resolver o desafio e montaram os seus roteiros, cujo núcleo ficou semelhante ao mostrado na figura 1. Na sequência, esses roteiros deveriam ser incrementados para permitir que a cada execução o programa iniciasse do zero, sem resquícios da atividade anterior, resultando nas operações de voltar ao início (aparecer, apontar para a direita, apagar tudo, usar a caneta), além das instruções finais (levantar a caneta e desaparecer). Todos os participantes concluíram a tarefa com êxito, embora alguns precisaram de algum auxílio, proporcionado pelo ministrante (primeiro autor deste trabalho) e pelos colegas que estavam mais adiantados.

Na sequência, os participantes receberam a incumbência de fazer a personagem desenhar um triângulo retângulo, cujos lados fossem proporcionais a 3, 4 e 5 (um terno pitagórico). Nessa atividade, procuraram mobilizar conhecimentos já empregados no desafio anterior. Contudo, manifestaram dificuldades em identificar como fazer a personagem descrever o ângulo adequado para fechar o triângulo. Uma solução seria utilizar a função de subtração de 180° do arco cuja tangente é $(4/3)$, pois trata-se do ângulo externo entre o lado menor (proporcional a 3) e a hipotenusa, conforme mostra a figura 2.

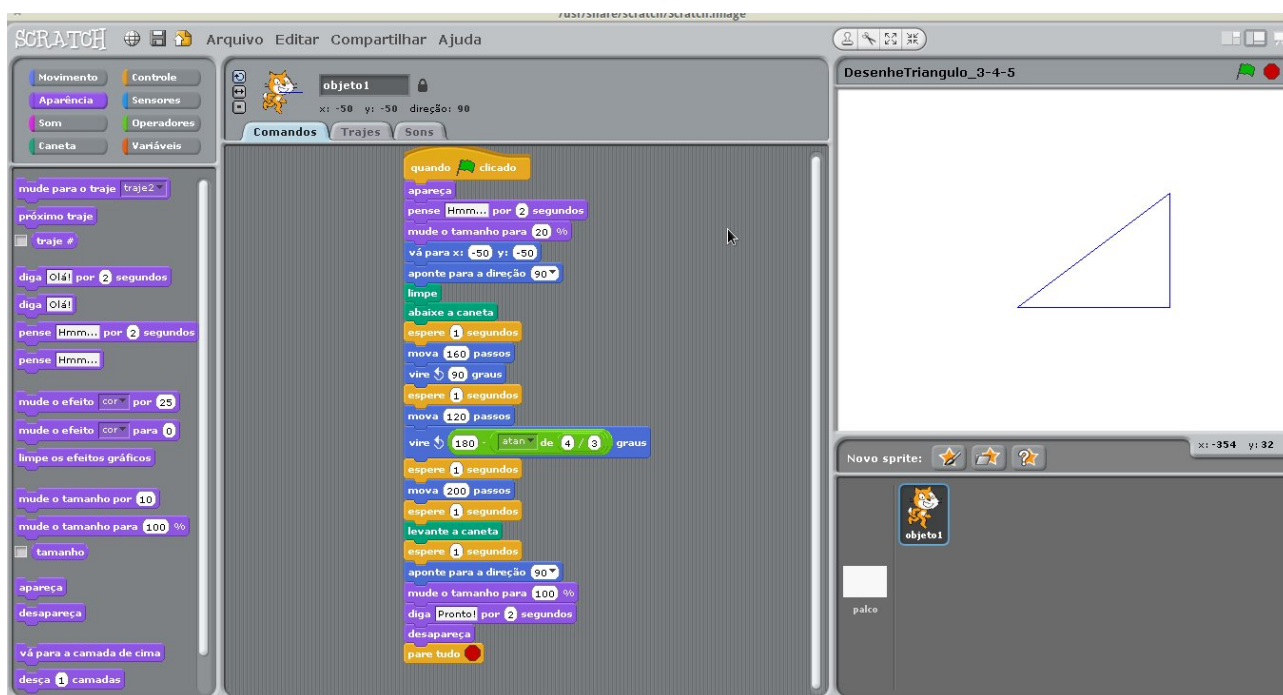


Figura 2: Roteiro para traçado do triângulo retângulo no Scratch (Fonte: autoria própria).

A seguir, discutimos os resultados da intervenção, os quais são eminentemente qualitativos e têm a finalidade de descrever aspectos relacionados com a motivação dos participantes, as dificuldades apresentadas e as possibilidades de aplicação em suas respectivas salas de aula na educação básica.

4.3 Resultados da intervenção

Apesar das dificuldades enfrentadas pelos participantes, considera-se que o aspecto lúdico do programa permitiu que todos desempenhassem as tarefas propostas de forma satisfatória. Cabe destacar que nenhum dos participantes apresenta conhecimentos de programação de computadores, seguindo apenas uma lógica de experimentação, guiada por uma boa dose de intuição.

Quando cometiam algum erro ou descreviam algum comando inadequado para realizar o que pedia o desafio, os participantes eram questionados sobre o comando escolhido e sobre o efeito daquele comando. O mesmo acontecia quando era necessário empregar determinado conceito matemático, pois, como todos são professores de matemática, o propósito é aplicar tais conhecimentos para resolver os desafios propostos.

Apesar de ficarem bastante motivados em realizar as tarefas, os participantes manifestaram diversas dificuldades em implementar a ferramenta como recurso didático utilizável em sala de aula. Dentre essas dificuldades pode-se citar as mais notáveis:

- turmas muito numerosas, o que inviabiliza um atendimento mais individualizado, algo necessário quando se lida com crianças;
- restrições de ordem estrutural, como sala de informática pequena, impossibilidade de instalação do programa em sua versão off-line, dificuldade de acesso à internet por conta de conexão lenta;
- restrições de ordem pedagógica, pois o fato de não conseguir dominar um recurso abre precedente para expor fragilidades cognitivas do professor, algo que os participantes não querem.

O que se pode observar durante a abordagem foi a ocorrência do ciclo de aprendizagem (VALENTE, 2005), ou seja, o ciclo descrição – execução – reflexão – depuração. Na programação das ações da personagem, a falta de explicitação de alguma das etapas pode gerar uma ação não prevista pelo sujeito, fato que pode desencadear questionamentos do tipo “por que isso ocorreu?”. Questões como essa são o ponto de partida para o processo de reflexão, seguido da depuração (etapa em que se buscam os erros no roteiro do programa) e da nova programação, que poderá gerar novas ações não previstas, demandando novas reflexões, depurações e programações, num processo de contínuo crescimento cognitivo, simbolizado pelo

ciclo de ações na interação aprendiz-computador (VALENTE, 2005, p. 50). Isso foi possível observar diversas vezes durante a intervenção, através do diálogo com os participantes sobre seus roteiros, os quais foram objeto de questionamento, visando desencadear o citado ciclo de aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi mencionado, o propósito da experiência foi tratar sobre as possibilidades de inserção da abordagem construcionista na pauta de discussões dos professores de educação básica. Entretanto, é preciso considerar que se trata de uma ação muito pontual, de pouco impacto, devido ao número de docentes que participaram do processo.

Apesar disso, entende-se que é possível vislumbrar um considerável campo de oportunidades de se inserir esse tipo de abordagem nas escolas, principalmente pela facilidade de acesso ao recurso tecnológico utilizado. De fato, um processo de aprendizagem mediatizado pela ferramenta *Scratch* traz uma gama de possibilidades relacionadas ao construcionismo, rompendo com a passividade inerente à abordagem instrucionista, tradicionalmente utilizada.

Entende-se, contudo, que há um longo caminho a ser trilhado, iniciando por uma preparação docente bem estruturada e planejada, permitindo que a abordagem construcionista seja incorporada de modo natural, sem sobressaltos. Aliás, a ideia principal por trás dessa opção pedagógica é a formação de uma cultura em que a tecnologia seja concebida como uma opção válida e interessante de recurso potencializador da aprendizagem. Pode-se, então, considerar este trabalho um primeiro passo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOS SANTOS, Clodogil F. R. **Tecnologias de informação e comunicação**. Guarapuava: NEAD/UNICENTRO, 2014.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, Inc., 1980.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. PDE - Programa de Desenvolvimento Educacional. **Dia a Dia Educação** (página da Internet). Disponível em <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20>, acesso em 31/08/2014.

SCRATCH. **Site Scratch**. <http://scratch.mit.edu>. Último acesso: 07/09/2014.

VALENTE, José A. Diferentes usos do computador na educação. In: **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. José Armando Valente (org.). Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1998.

_____. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In JOLY, M. C. (Ed.) **Tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, 2002, p.15-37.

_____. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005. 232f. Tese (Livre Docência). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Vol. 10, n. 2, 3, pp. 133-170, 1990. Disponível em <http://rdm.penseesauvage.com/La-theorie-des-champs-conceptuels.html>, acesso em 11/07/2014.

_____. O que é aprender? In: **A aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. Marilena Bittar e Cristiano Alberto Muniz (orgs.). Curitiba: CRV, 2009.