

TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO DOCENTE: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS COM USO DO SUPERLOGO E DO GEOGEBRA

Gerson Pastre de Oliveira
gpastre@pucsp.br
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Brasil

Tema: TIC y Matemática

Modalidad: CB

Nivel educativo: Formación y actualización docente

Palabras clave: Formação de professores de Matemática, tecnologias digitais, trigonometria, estratégias didáticas.

Resumen

Este trabalho relata uma pesquisa que tem como sujeitos um grupo de professores em formação continuada e que atuam no ensino básico público no estado de São Paulo (Brasil). O objetivo da investigação consistiu em propor o desenvolvimento, pelos professores, de construções que seriam respostas para problemas matemáticos com o emprego dos softwares SuperLogo e GeoGebra – neste relato, são descritos resultados referentes aos assuntos “construção de polígonos regulares” e “relações trigonométricas no triângulo retângulo”. Os sujeitos puderam explorar o caráter dinâmico das interfaces em um processo de resgate do conhecimento sobre o conteúdo matemático em questão. O referencial teórico desta iniciativa inclui elementos da teoria das situações didáticas, do constructo seres-humanos-com-mídias e da teoria do ciclo de formação de pessoas para uso de tecnologias na Educação Matemática. A análise das propostas apresentadas pelos participantes ocorreu por meio da abordagem descritiva e interpretativa, típica da pesquisa de caráter qualitativo, e permitiu estabelecer uma importante relação entre o conhecimento matemático do professor e a fluência nas tecnologias empregadas em suas propostas didáticas.

Introdução

O projeto “Educação Matemática e Tecnologias: uma abordagem por meio de oficinas didáticas” ocorreu entre agosto de 2010 e março de 2013, tendo recebido apoio da FAPESP (Processo No. 2011/11183-3) e do CNPq (processo No. 401390/2010-1). Durante este período, professores de Matemática do ensino básico de escolas públicas de São Paulo frequentaram oficinas gratuitas relacionadas ao uso de tecnologias como componentes de estratégias didáticas na PUC/SP¹. Especificamente, neste artigo, são tratadas as interações relativas à oficina *Estratégias Didáticas com o SuperLogo em Aulas de Matemática*. São sujeitos desta pesquisa oito professores de Matemática do ensino público, dos níveis fundamental e médio. Os dados foram coletados durante a realização de duas sessões, com a duração de três horas cada e trabalhados sob a perspectiva metodológica da análise de conteúdo, abordagem qualitativa considerada

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática – Grupo de Pesquisa PEA-MAT.

adequada em investigações que têm seu foco no processo em si, mais do que em eventuais resultados isolados (Bogdan e Blikem, 1994).

Os pressupostos teóricos que guiaram a pesquisa indicavam a necessidade de desenvolver, conjunto com os sujeitos, um trabalho relacionado com a resolução de problemas no âmbito de situações adidáticas. Brousseau (1986) propõe o engajamento dos estudantes em situações desta natureza, assim vistas como aquelas que nas quais não se pode perceber, da parte do professor, a intencionalidade didática, e que implica no processo de devolução, pelo qual o professor propõe e os alunos aceitam dado problema como sua responsabilidade, quanto à resolução. Deste ponto de vista, a propositura do problema prevê um contexto material, didático e teórico de caráter antagônico (*o milieu*), no âmbito do qual o processo investigativo do estudante segue por três dialéticas distintas: de ação, de formulação e de validação. O professor retoma o caráter didático da proposta quando se propõe a discutir e esclarecer sobre o estatuto do conhecimento matemático válido, o que se dá pela dialética de institucionalização. Assim, estes elementos da teoria foram adaptados, no âmbito da pesquisa, em relação aos professores participantes, uma vez que se pretendia que os mesmos percorressem, ao trabalharem com as atividades, um percurso investigativo, não direcionado pelo pesquisador, e mediado pelas tecnologias.

Além disso, a proposta deste projeto era a de promover o engajamento dos professores em um processo de compreensão do uso de tecnologias digitais em suas aulas de Matemática, assim entendido como uma trajetória que envolve *adquirir fluência nas tecnologias empregadas* (neste caso, *softwares Matemáticos*), *pensar com as tecnologias*, *elaborar e desenvolver temas com as tecnologias* e *elaborar estratégias didáticas com as tecnologias* (Oliveira, 2012). Neste artigo, as análises repousam sobre as duas primeiras etapas do ciclo.

Em relação à primeira etapa do ciclo mencionado, dominar ferramentas inerentes à determinada interface é condição para usá-la com fluência, de modo que, a partir daí, a tecnologia associada possa se transformar em extensão da memória, do pensamento, de procedimentos de construção e de conjectura – ou seja, aprender a usar, de maneira fluente, o dispositivo, o software, o artefato. Castells menciona, aliás, que “computadores, sistemas de comunicação, codificação e programação genética são todos amplificadores e extensões da mente humana” (2009, p. 69). O centro do processo, evidentemente, são as pessoas, mas a dimensão secundária da expertise em dada interface não pode ser ignorada. Para Oliveira (2012), a fase relativa à fluência

implica em duas etapas distintas, porém integradas, a primeira relativa à *exploração dos elementos da interface*, destinada a permitir certa desenvoltura na manipulação dos instrumentos existentes, com os quais se podem encaminhar a produção dos efeitos desejados (construir gráficos, manipular expressões, etc.). Historicamente, aliás, aprender a lidar com as interfaces sempre foi essencial, em qualquer dos polos indicados por Lévy (1993) – oralidade, escrita ou informático-midiático. Em movimento contínuo, encaixa-se outra fase da fluência, ligada à *apropriação da lógica da interface* em uso, e que consiste em estender a compreensão inicial, restrita às ferramentas, para a forma como a tecnologia em questão trata a perspectiva matemática pensada pelo usuário, ou seja, como se dá a integração entre o conhecimento matemático, fundamental para a resolução de um problema, e a expressão desta resolução sob o ponto de vista da *forma como a interface opera*. Esta última perspectiva é fundamental, pois permite ao usuário compreender a forma de funcionamento de diretivas, funções, comandos, construções, entre outras ações.

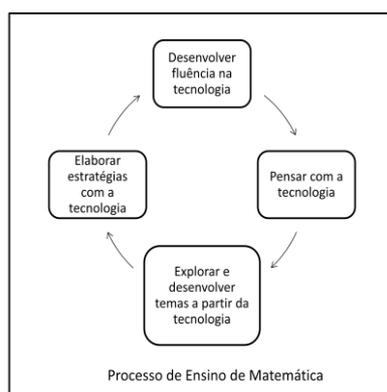


Figura 1 – Ciclo de uso de tecnologias por professores de Matemática

Em seguida, a trajetória dos professores na resolução dos problemas referentes a esta pesquisa será descrita.

Trajетória dos sujeitos na resolução dos problemas

Em relação ao *software* SuperLogo, os professores que participavam como sujeitos da pesquisa jamais haviam tido qualquer experiência anterior. Assim, de acordo com a construção teórica que norteou esta investigação, seria necessário, no movimento de conjugar o emprego da interface informática com o conhecimento matemático subjacente, iniciar por ações que incentivassem a construção de fluência em relação ao sistema computacional. O que se observou, em relação à maioria dos sujeitos, é que a fluência em outros programas destinados ao trabalho didático com matemática – entre os quais o próprio GeoGebra, utilizado nesta iniciativa, e o Cabri Gèomètre, por exemplo – facilitou as primeiras etapas relativas à fluência digital demandada, menos

pela similitude entre as ferramentas em questão e mais pela percepção, por parte do usuários, da necessidade de assimilar a lógica subjacente à interface empregada, ainda que cada uma delas sustente sua própria necessidade de apreensão. Em relação ao SuperLogo, as primeiras atividades, destinadas a promover a *exploração* da interface procuraram trabalhar com a lógica de funcionamento dos comandos destinados a movimentar a tartaruga pela tela, em relação à medida dos segmentos traçados (comandos *parafrente* ou *pf* e *paratras* ou *pt*) e aos ângulos por meio dos quais a mesma muda de direção (comandos *paradireita* ou *pd* e *paraesquerda* ou *pe*). Assim, foi proposto aos sujeitos, após breve explanação, que inclui a função da *janela de comandos* do *software*, que os utilizassem livremente e registrassem sua percepção sobre o funcionamento dos mesmos. Um dos professores participantes fez as experimentações e comentários indicados a seguir (ver Figura 2, anexo I).

A tartaruga pode se movimentar para frente e para trás usando os comandos pf e pt. Quando escrevo pt 80, a tartaruga dá 80 passos para frente, por exemplo. Já os comandos pd e pe fazem a tartaruga virar em um ângulo desejado para a direita ou para a esquerda. Colocando o comando na linha de baixo da tela e apertando o botão executar da tela ou o enter do teclado, a tartaruga faz o que mandamos (fala de Professor Um).

Percebe-se, pelo depoimento acima, que a exploração da interface permitiu iniciar o processo de apropriação da lógica da mesma, pelo menos em relação aos comandos fundamentais do *software*, e o entendimento de que o cursor (tartaruga) se movimenta como resultado dos comandos incluídos, e não de maneira aleatória. Os depoimentos e resultados obtidos pelos demais sujeitos nesta atividade inicial foram bastante semelhantes a este. Em seguida, na mesma sessão, foram encaminhadas propostas de atividades com intuito de prosseguir na exploração da interface para alcançar a fluência na mesma, mas já procurando alicerçar de forma mais consistente a *apropriação sobre a lógica* da ferramenta utilizada. Aqui, o objetivo era fazer com que os professores refletissem sobre a necessidade de dominar os elementos presentes no sistema computacional utilizado, ao mesmo tempo em que percebiam a correlação entre este domínio e o conhecimento matemático inerente às propostas. Desta forma, sugeriu-se que os sujeitos *construíssem um quadrado de lado 100 passos de tartaruga*. Nenhuma instrução adicional foi fornecida, de modo que eles próprios conjecturassem sobre eventuais respostas para a atividade propostas, em movimentos de ação, formulação e validação (Brousseau, 1986). Inicialmente, alguns professores se mostraram inseguros em relação à sequência de comandos capaz de prover uma resposta adequada. Algumas perguntas foram dirigidas ao pesquisador, que as devolveu, procurando, neste

movimento, orientar em relação à responsabilidade e foco da investigação que cada um desenvolvia ao procurar a resposta. Por exemplo, à pergunta feita por *Professor Dois*, “– Como se desenha um quadrado com o *SuperLogo?*”, o pesquisador respondeu “– É importante pensar na lógica pela qual funciona a interface. Afinal, o que é um quadrado?”. Depois de trocarem algumas ideias, os professores *Um*, *Três* e *Seis* apresentaram, como resposta, os elemento constantes na figura a seguir, bem como as justificativas correspondentes.

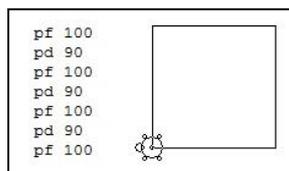


Figura 2 – Resolução da atividade “construir um quadrado com 100 passos de tartaruga”

Para construir o quadrado, pensamos em uma definição matematicamente aceitável de quadrado, e vimos que se trata de um polígono regular de quatro lados e ângulos internos de 90 graus. Isto facilitou nosso trabalho, depois foi só fazer a tartaruga dar os passos de acordo com esta ideia (fala de **Professor Dois**).

Os outros professores, em tempos que variaram de 5 a 12 minutos após a conclusão dos sujeitos supramencionados, também concluíram a atividade de forma satisfatória. Na consecução desta parte das atividades, foi notória a busca pela integração entre a lógica de funcionamento da interface, que já se ampliava em alguns professores, e o conhecimento matemático necessário, sem o qual pouco sentido teria a manipulação do *software*. As atividades seguintes, que tinham um tempo mais rígido estipulado – deveriam ser feitas em 25 minutos – propunham a construção de outros polígonos regulares: triângulo, pentágono e hexágono. Os professores *Um*, *Dois*, *Três* e *Seis* terminaram a tarefa completamente no tempo dado. Os demais só o fizeram de forma parcial com o tempo de que dispunham. Entretanto, é importante destacar que, após a socialização das construções por parte dos professores que obtiveram êxito, os demais puderam usar estes resultados para concluir suas atividades, *a partir de suas próprias produções* (ver Figura 3, anexo I). Um erro comum no início desta atividade estava relacionado à compreensão do ângulo a ser usado – os professores se surpreenderam, por exemplo, com o fato de o ângulo de 60 graus não representar a resposta correta para a construção do triângulo equilátero. Diante da dúvida apresentada pelos sujeitos, o pesquisador, atento às questões de devolução e dos efeitos do contrato didático, indicados por Brousseau (1986), recomendou que os professores recorressem a outros recursos que lhes permitissem entender o que estava acontecendo. Diante disto, Professor Dois sugeriu aos demais que tentassem “refazer os passos da tartaruga” para

entender a razão matemática da dificuldade que estavam tendo. O GeoGebra, já utilizado pelos professores com certo grau de fluência, surgiu como recurso adicional para o trabalho. Por meio dele, os professores compreenderam que a tartaruga deveria se voltar de acordo com os ângulos externos dos polígonos (ver Figura 4, anexo I). Após a conclusão desta etapa, foi possível notar uma ampliação dos aspectos relacionados à compreensão da lógica da interface, já agregado à percepção, por parte dos professores, da necessidade de *mobilização do conhecimento matemático subjacente* às propostas a eles submetidas. Os comentários feitos pelos sujeitos parecem indicar esta direção.

Tem um jeito certo de usar o programa e que faz a tartaruga andar da forma que a gente quer. O que eu percebo é que a chave de tudo é a matemática. Esta coisa do polígono regular tem uma lógica. É a matemática que desvenda esta lógica. Sem matemática, o superlogo vira um joguinho... (fala de **Professor Sete**).

Do ponto de vista teórico, as asserções do professor Sete corroboram os elementos contidos no arcabouço teórico desta pesquisa: pensar na lógica do *software* é importante, mas não sem agregar os elementos matemáticos indispensáveis para a compreensão e realização das atividades. Fala-se do desenvolvimento de um percurso que indica a pertinência do constructo *seres-humanos-com-mídias* (Borba e Villarreal, 2005), bem como da necessidade de ampliar a fluência em relação às interfaces em ação no processo (Oliveira, 2012; Oliveira, 2005). A atividade seguinte consistia em ampliar as construções pensadas até aquele momento, e instruía os participantes da pesquisa a elaborar um *procedimento* que permitisse construir um polígono regular qualquer, tendo sido dados o número de lados do mesmo e a medida dos lados. Para isto, o pesquisador precisou retomar o aspecto de exploração da interface ao trabalhar com as ideias de variável, de procedimento e do comando *repita* no SuperLogo, rapidamente apropriadas pelos professores. Também aqui o tempo de 25 minutos foi dado para consecução da proposta. A integração entre as ideias matemáticas e a fluência crescente na interface pareceu decisiva para o êxito nas tarefas por parte da maioria dos professores – apenas dois deles tiveram dificuldades para concluir a atividade no tempo concedido. Da mesma maneira, porém, após a discussão coletiva dos resultados alcançados, os professores remanescentes concluíram suas respostas, entendendo que o ângulo externo a ser utilizado correspondia ao quociente de 360 dividido pelo número de lados de determinado polígono (ver Figura 5, anexo I). A discussão sobre o trabalho com polígonos regulares permitiu avançar para outras atividades, relacionadas à construção de triângulos retângulos com base nas razões/relações trigonométricas. Assim, solicitou-se, inicialmente, que os sujeitos construíssem um triângulo retângulo isósceles, cujos

lados congruentes medissem m . Os professores relataram terem usado o teorema de Pitágoras para chegar à resposta esperada. Além disso, os próprios professores, utilizando as opções de ajuda do SuperLogo, identificaram o comando *raizq*, utilizado para calcular a raiz quadrada de 2 (ver Figura 6, anexo I). Neste momento, os professores já haviam avançado consideravelmente em relação à fluência no SuperLogo, tanto no aspecto de exploração quanto de compreensão da lógica da interface. A atividade seguinte precisaria de novos comandos e de segurança em relação à fluência. Consistia em utilizar conhecimentos relativos às relações trigonométricas para a construção de um triângulo retângulo, dadas a medida do cateto adjacente e a medida do ângulo entre ele e a hipotenusa. Imediatamente, os professores começaram a levantar o conhecimento matemático necessário para a consecução da atividade usando o SuperLogo. Tendo percebido que o pesquisador não facilitava o percurso investigativo, revelando como a resposta poderia ser alcançada, os sujeitos passaram a debater sobre os elementos matemáticos necessários e como relacionar os mesmos com os recursos da interface. Para esta tarefa, 50 minutos foram concedidos (ver Figura 7, anexo I).

Ao final desta atividade, foram recolhidos os depoimentos dos sujeitos, destacando os aspectos que acharam mais importantes para que concluíssem a construção. Apenas dois professores terminaram a tarefa após o tempo previsto, mas sem necessidade de quaisquer intervenções do pesquisador e mesmo antes do momento da institucionalização.

Esta atividade exigiu mais de todos nós. Tivemos que mobilizar alguns conhecimentos de razões trigonométricas e adaptar ao SuperLogo, mas eu percebi que já ficou mais fácil, mais direto, do que no começo. Comigo foi assim também com o GeoGebra, quando tivemos a oficina. Depois que a gente entende como é a lógica do programa, é mais traduzir o pensamento matemático para ele. O bom é que dá para fazer experiências e mudar os parâmetros, avançar nas construções. Já começo, agora, pensando em que tecnologia vou usar, que combina mais com o problema. Tem coisas que não tem mais sentido fazer de outro jeito (fala de Professor Três).

Considerações finais

Os depoimentos e os resultados apresentados pelos professores no percurso investigativo que percorreram indicam a relevância da primeira etapa do ciclo de uso das tecnologias, descrito por Oliveira (2012), relativo à fluência. De fato, à medida que o domínio sobre a lógica do SuperLogo avançava, crescia, também, o desempenho dos sujeitos, a velocidade de execução, a compreensão de um erro cometido (e a correção do mesmo), por exemplo. Esta fluência encaminhou a integração do pensamento

matemático e as considerações lógicas relativas ao problema com a tecnologia empregada, indicando que as produções resultaram de um pensar conjunto, integrado, envolvendo as pessoas e suas extensões, no caso, o SuperLogo. Resta indicar, em relação aos mesmos sujeitos, de que forma esta trajetória encaminhou a compreensão dos mesmos para as etapas seguintes do ciclo de uso de tecnologias por professores de Matemática, quais sejam *explorar e desenvolver temas e elaborar estratégias didáticas com a tecnologia empregada*. A compreensão dos professores, aliás, se estendeu para o entendimento sobre a pertinência de determinadas tecnologias em relação ao trabalho didático a ser realizado, o que foi possível levantar quando os mesmos indicavam proximidades e diferenças, por exemplo, entre o SuperLogo e o GeoGebra. Outra importante percepção que merece registro está relacionada à precedência do conhecimento matemático sobre a fluência tecnológica – por diversas vezes, os professores mencionaram que o uso isolado das interfaces, desvinculado do saber matemático de referência, nada produziria em termos de avanço na compreensão dos problemas correlatos. Isto deve ser bastante destacado, já que açoda um dos pressupostos teóricos mais relevantes indicados por Oliveira (2012).

Em relação a estes elementos, já existem dados, recolhidos em outras oficinas do projeto, que permitirão proceder outras análises, no sentido de esclarecer, em caráter de continuidade, estas outras etapas do ciclo.

Referências bibliográficas

BOGDAN, R. C; BLIKEN, S. K (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.

BORBA, M.C; VILARREAL, M (2005). *Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation*. USA: Springer.

BROUSSEAU, G (1986). Fondements et méthodes de la didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble, n.7.2, p.33-115.

CASTELLS, M (2009). *A sociedade em rede – a era da informação: economia, sociedade e cultura*; v.1. 6. ed. rev. amp. São Paulo: Paz e Terra.

LÉVY, P (1993). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34.

OLIVEIRA, G. P (2012). *O uso de tecnologias por professores de Matemática: uma proposta teórica*. No prelo. São Paulo: PUC/SP.

OLIVEIRA, G. P (2005). Fluência tecnológica, comportamento e complexidades: um laboratório de informática, o tempo, as pessoas e outras coisas. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*. Rio de Janeiro, v.13, n.48, p.307-332, jul./set.

ANEXO I

Produções dos participantes da oficina “Estratégias Didáticas com o SuperLogo em Aulas de Matemática”

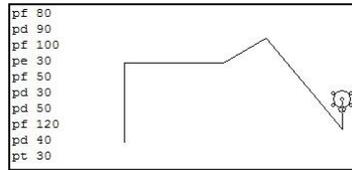


Figura 3 – Comandos utilizados na experimentação de **professor um** e seus efeitos

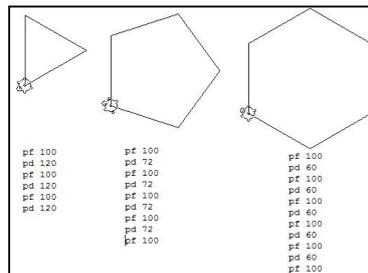


Figura 4 – Resolução da atividade “construir triângulo, pentágono e hexágono regulares”

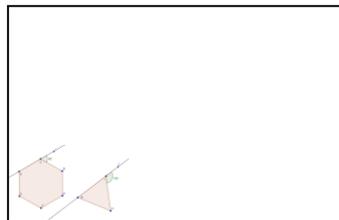


Figura 5 – Utilização do GeoGebra para compreensão dos ângulos nas construções (Professor Dois)

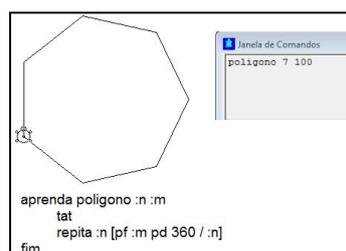


Figura 6 – Resolução da atividade “construir um polígono de n lados de medida m ” (Professor Quatro)

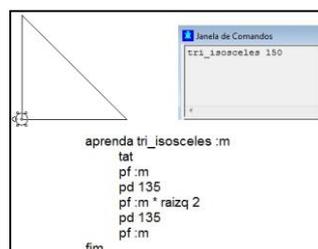


Figura 7 – Proposta de resolução da atividade “construir um triângulo retângulo isósceles de lado m ” (Professor Cinco)

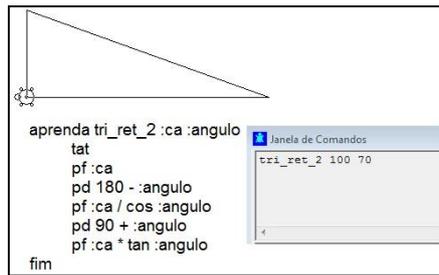


Figura 8 – Proposta de resolução da atividade “construir um triângulo retângulo dados o cateto adjacente e o ângulo entre ele e a hipotenusa” (Professor Quatro)