

Conhecimento Pedagógico-Computacional do professor de Matemática

Jean Piton-Gonçalves – Departamento de Matemática/UFSCar - jpiton@ufscar.br
Maiza Lamonato - Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto - maizalamonato@gmail.com

Resumo. Este artigo trata do *Conhecimento Pedagógico-Computacional*, que é o conhecimento subjacente ao processo de ensino mediado por *software educacional*. Resultados mostram que os conhecimentos que se constituem entre o que o professor conhece sobre o conteúdo que pretende ensinar e aquele que é construído quando o mesmo utiliza um *software educacional* são: (i) conteúdo específico, (ii) pedagógico do conteúdo, (iii) curricular e (iv) computacional.

Palavras-chave: Conhecimentos do Professor, Softwares Educacionais, Educação Matemática.

Abstract. This article is about *Pedagogical-Computational Knowledge*, which is the underlying knowledge of educational software in the teaching process. Results show that the knowledge that constitute between what the teacher knows about what you want to teach and one that is built when uses a educational software are: (i) specific content, (ii) pedagogical content, (iii) curriculum and (iv) computational.

Keywords: Teachers' Knowledge, Educational Software, Education Mathematics.

1 Introdução

As Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) têm influenciado diretamente as formas que as pessoas se comunicam e aprendem. A Internet, ao longo dos anos, tem sido um dos principais instrumentos de aquisição de informação e de comunicação. Contudo, o desafio que se impõe ao ambiente escolar é a necessidade de que o acesso à tecnologia se converta em possibilidades de aprendizagens dos mais variados conteúdos, indo além dos momentos de lazer e diversão. Para isso, uma das necessidades é a discussão sobre uso de tecnologias nos ambientes de formação docente, relacionando tais recursos com as possibilidades de construção de conhecimento do próprio professor. Para Valente (1997),

a formação do professor deve prover condições para que ele construa conhecimento sobre as técnicas computacionais, entenda por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica e seja capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica. Essa prática possibilita a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo e voltada para a resolução de problemas específicos do interesse de cada aluno. Finalmente, deve-se criar condições para que o professor saiba recontextualizar o aprendido e a experiência vividas durante a sua formação para a sua realidade de sala de aula compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir (p. 57).

A escola é o ambiente que possibilita o desenvolvimento de competências, na qual o aluno deverá “reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo,

suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social” (Brasil, 2002, p.32). Já no contexto do ensino da Matemática, foco do presente artigo, o mesmo documento (p.118) menciona que o aluno deverá “acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade”.

Para que o trabalho com *softwares educacionais matemáticos* seja contínuo e esteja presente tanto na formação inicial quanto continuada de professores de matemática, faz-se necessário recorrer aos *Conhecimentos do Professor*. A Seção 2 aborda os quatro conhecimentos mais importantes na literatura.

2 Conhecimentos do Professor

Por entender a atividade de ensino não genérica, não independente dos conteúdos a serem ensinados; Wilson et al. (1987) destacam a importância do que se ensina, como o faz e para quem tal ensino se direciona. Shulman (1986, 1987) e Wilson et al. (1987) apontam três categorias do conhecimento do conteúdo no ensino que o diferem do conhecimento científico do conteúdo (objeto de conhecimento e pesquisa do pesquisador em Matemática), a saber: *Conhecimento de Conteúdo Específico*, *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* e *Conhecimento Curricular*. É evidente, conforme Shulman (1986) que outras categorias do conhecimento do professor (conhecimento das políticas educacionais, conhecimento pedagógico geral, etc) têm importância para seu desenvolvimento profissional e seu trabalho com os alunos ou na escola, mas não estão sob o entendimento do conhecimento do conteúdo no ensino.

A importância do conhecimento do professor sobre o conteúdo no ensino, permite que ela possa dispor de diversas formas de representar tais conteúdos, de perceber e favorecer avanços e superação das dificuldades de seus alunos bem como buscar recursos e planejar o que será feito e qual a melhor forma para isso. Na sequência, discutimos as referidas categorias do conhecimento do conteúdo no ensino e incluiremos a categoria *Conhecimento Computacional*. De acordo com a revisão da literatura, os conhecimentos do professor para o ensino são:

Conhecimento de Conteúdo Específico. Refere-se ao conteúdo específico de um determinado domínio de conhecimento. É o conhecimento amplo dos conteúdos que ensina, incluindo “tanto as compreensões de fatos, conceitos, processos, procedimentos, etc. de uma área específica quanto aquelas relativas à construção dessa área” (Mizukami, 2004, p. 5). Os conteúdos específicos são diferentes de uma área para outra, tanto com vistas aqueles que serão ensinados quanto aos modos de construção e validação. De acordo com Shulman (1986) referindo-se a Schwab, o conhecimento de conteúdo específico depende das estruturas substantivas e sintáticas da área. Na estrutura substantiva estão incluídos os conceitos, os fatos, as ideias, os procedimentos e as relações entre estes (Wilson et al., 1987). Como tais autores definiram “a estrutura sintática envolve o conhecimento das formas pelas quais a disciplina produz e avalia novos conhecimentos”.

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. O conhecimento pedagógico do conteúdo “inclui a compreensão do que significa ensinar um tópico particular tão bem quanto o conhecimento dos princípios e técnicas requeridas para fazê-lo” (Wilson et al., 1987, p.

118). O conhecimento pedagógico do conteúdo, específico da docência (Mizukami et al., 2003), é mobilizado e reelaborado quando o professor prepara suas aulas, em diálogo e reflexão com seus colegas ou com os textos que utiliza, quando reflete durante e após o desenvolvimento das aulas, analisando tanto suas ações quanto as de seus alunos. As decisões que o professor toma diante das dúvidas ou afirmações de seus alunos, têm como base seu conhecimento pedagógico do conteúdo. Esta categoria de conhecimento a referência experiencial para oferecer aos seus alunos diferentes possibilidades e oportunidades de aprendizagem e está relacionado diretamente ao conhecimento de conteúdo específico do professor. Para exemplificar e enfatizar a importância de tal conhecimento no ensino, podemos dizer que após uma determinada “explicação” do professor, quando um aluno não entendeu e manifesta-se para seu professor ou solicita informações adicionais, este, por sua vez, é levado a diversificar seu modo de se comunicar com os alunos e de abordar o conteúdo específico. Para isso, não se trata de repetir para o aluno o que já foi dito, mas de fazer de outra forma, necessitando, assim, de uma compreensão profunda do conteúdo específico e um alargado conhecimento pedagógico do conteúdo.

Conhecimento Curricular. É o conhecimento do currículo, sendo que

o currículo é representado por uma grande extensão de programas projetados para o ensino, de assuntos particulares e tópicos para um dado nível, a variedade de materiais instrucionais disponíveis em relação aqueles programas e um conjunto de características que servem tanto às indicações ou contra-indicações para o uso de currículos particulares ou materiais de programas em situações particulares (Shulman, 1986).

Para explicar sua ideia a respeito do conhecimento curricular, Shulman (1986) tece uma comparação afirmando que “o currículo e os materiais associados são *os materiais médicos* da pedagogia”. É tudo aquilo que os professores dispõem para o ensino tal como o médico tem a disposição para realizar seu trabalho.

Conhecimento Computacional. Trata-se de um repertório de conhecimentos do professor, enquanto usuário, dos recursos computacionais disponíveis para seu trabalho. Mutchnik (2010) afirma que

o conhecimento computacional é o que ele pode oferecer e referenda o saber do professor sobre os vários aspectos de sua vida profissional: na organização e planejamento do seu trabalho, no manuseio da ferramenta para o manejo da sala de aula sob o ponto de vista teórico e metodológico, na utilização de softwares inovadores (ou não) e facilitadores da organização de sua prática, na pesquisa realizada e mostra de resultados (p. 28).

Nesse contexto, o *Software Educacional* (SE) é aquele desenvolvido com o propósito de apoiar os processos de ensino, aprendizagem e avaliação. A proposta pedagógica e de conteúdo a ser ensinado por meio do SE geralmente são bem definidas, porém a utilização de um SE não garante que este possua a finalidade educacional, tampouco pode significar que a abordagem seja feita em uma direção que permita problematizações e aprendizagens para o aluno. Cada contexto específico de ensino, considerando a estrutura que o professor têm à sua disposição bem como os conteúdos e objetivos educacionais que devem ser considerados e mantém similaridade e se associa à diversas metodologias de ensino uma

vez que o professor é autor de suas aulas e ele é quem pode desafiar seus alunos. Mesmo dispondo e pretendendo utilizar um SE, são os conhecimentos do professor que podem tornar o recurso, de fato, como um suporte para a aprendizagem dos alunos. A utilização de um SE no contexto escolar exige a (re)elaboração de conhecimentos do professor, apresentados e discutidos nesta seção. Nesse sentido, a pesquisa de Little (2008) concluiu que os alunos da *School of Education de Southampton* que apenas seguiam folhas de atividades prontas em aulas de geometria com SE, posteriormente não conseguiam mais pensar estrategicamente.

A (i) revisão de literatura no que tange os conhecimentos do professor de Matemática e (ii) estudos que vêm sendo conduzidos (Piton-Gonçalves, 2007, 2006) há alguns anos na disciplina *Informática Aplicada ao Ensino* do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); culminaram na nossa principal questão de pesquisa, que é **“quais são as relações entre o conhecimento do professor e o desenvolvimento de atividades em um ambiente informatizado dotado de *software* educacional?”** A resposta é o **Conhecimento Pedagógico-Computacional (CPC)** que, sob nosso ponto de vista, enlaça os quatro conhecimentos abordados nesta seção. O CPC é detalhado na Seção 3.

3 Conhecimento Pedagógico-Computacional

O CPC é o conhecimento subjacente ao processo de ensino mediado por SE, e é necessário necessário para a elaboração de tarefas e a execução de atividades matemáticas. É uma forma de conhecimento que se constitui entre o que o professor conhece sobre o conteúdo que pretende ensinar e aquele que é construído quando o mesmo utiliza um SE. O conhecimento de um determinado SE está relacionado diretamente com os conhecimentos pedagógico do conteúdo, curricular e computacional; em que não existem garantias que o SE seja utilizado com finalidade educacional, tampouco pode significar que a abordagem seja feita numa direção que permita problematizações e aprendizagens para o aluno.

O trabalho com o SE, primeiramente, depende das concepções e crenças do professor relacionadas com as mudanças metodológicas de sua prática em sala de aula. Se um professor trabalha apenas com aulas expositivas, “palestrando” para seus alunos, certamente o trabalho com o SE será mais exigente.

O conceito CPC é instanciado, neste artigo, na área de Geometria, especificamente a *Geometria Dinâmica (GD)*, abordada na Seção 3.1.

3.1 Geometria Dinâmica

A GD possui essencialmente as ideias de construções geométricas por régua e compasso, somadas com a possibilidade de manipular de forma dinâmica os objetos geométricos, ou seja, com um arraste de mouse é possível efetuar um número relativamente grande de testes, que podem nos levar a confirmação de uma hipótese, uma demonstração de um teorema ou exploração/investigação de outras hipóteses.

Considerados como os precursores da GD (Jackiw, 1991), o *The Geometer's Sketchpad* (1991) e o *Cabri Geometry II*¹ trouxeram uma nova forma de tratar o ensino e a aprendizagem da geometria que “podem oferecer novas representações de objetos geométricos que, de alguma forma, concretizam a figura formal (...) podem oferecer

¹O Cabri II é derivado do Cabri I, desenvolvido por Jean-Marie Laborde em 1986.

formas alternativas de aprender Geometria, e como consequência, novas formas de ensiná-la” (Guimarães et al., 2003). Tanto o *Geometer's Sketchpad* quanto o *Cabri Geometry II* são constantemente atualizados e possuem licença proprietária.

Na concepção do *software livre*², o matemático Markus Hohenwarter desenvolveu o *GeoGebra* (Hohenwarter, 2002; Hohenwarter e Preiner, 2007). Trata-se de um software que combina a GD com um Sistema de Álgebra por Computador (em inglês *Computer Algebra System - CAS*) em um sistema multiplataforma, de código aberto e multilíngua, escrito em JAVA e que pode ser acessado tanto pela Web quanto instalado localmente em computadores, *tablets* e *smartphones*. O Geogebra, permite a manipulação dinâmica de pontos, retas, vetores, segmentos, linhas e seções cônicas; e, ao mesmo tempo, construir gráficos no plano com equações/funções em sistemas de coordenadas, calcular raízes e extremos, derivadas, integrais, matrizes, números complexos, construir planilhas, entre outras opções. O nível de interação do aluno é alto, onde facilmente pode-se esconder objetos, atribuir novos objetos e incluir textos na linguagem LaTeX³.

Pedagogicamente, o Geogebra possui um recurso denominado *protocolo de construção* que permite revisitar todos os passos de uma determinada construção geométrica realizada pelo aluno. O professor pode avaliar ou identificar equívocos nos procedimentos da construção geométrica, equivalente ao processo de *depuração* de Papert (1980), em que leva o aluno a refletir sobre seus erros.

Após a análise de um conjunto de atividades matemáticas aplicadas à alunos da Licenciatura em Matemática utilizando o Geogebra, a Seção 3.2 traz a atividade mais significativa, que exprime adequadamente enquanto estudo de caso do CPC para o ensino do conteúdo *Função Quadrática*.

3.2 Dinâmica da sala de aula

A atividade aqui apresentada vem sendo desenvolvida há alguns anos na disciplina de Informática Aplicada ao Ensino⁴, subsidiando as questões e os resultados desta pesquisa. Especificamente, a dinâmica relatada neste artigo ocorreu em outubro de 2014, em uma turma com 19 graduandos da licenciatura.

A referida disciplina da graduação tem como ementa abordar os conteúdos da Educação Básica (Ensinos Fundamental e Médio) mediados pela informática. Um conteúdo comumente trabalhado no 1º ano do Ensino Médio é o estudo do comportamento do gráfico da Função Quadrática da forma $y = f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a, b, c \in \mathbb{R}$ e $a \neq 0$. Geralmente os livros didáticos tratam apenas dos coeficientes a e c , marginalizando o estudo do coeficiente b de $f(x)$. A proposta aqui é mostrar que o estudo do coeficiente b , por meio do Geogebra, proporciona ricas aprendizagens sobre comportamento de gráficos de funções.

Considerando que os alunos já estejam familiarizados com os principais recursos do Geogebra, mostramos abaixo as quatro etapas que consolidam o CPC. Ressaltamos que esse processo não deve ocorrer de forma rápida e direta, mas mediado pelo professor com o uso do SE, mas no presente texto, apresentamos de modo sucinto.

Etapa 1 — Explorando gráficos via lápis e papel. Previamente ao uso do Geogebra, os alunos exploraram alguns gráficos da Função Quadrática, fixando $a = 1$ e $b = 0$ e

²<<http://www.fsf.org>>

³<www.latex-project.org>

⁴Esta disciplina é recomendada, curricularmente, para estudantes formandos nos cursos de Licenciatura em Matemática diurno e noturno da UFSCar e ocorre totalmente em ambiente informatizado.

variando o valor de c , via lápis e papel em sala de aula. Nesse caso, os alunos perceberam que houve uma translação do gráfico em relação ao eixo y .

Etapa 2 — Explorando os coeficientes a e b . O objetivo é comprovar hipóteses. Por exemplo “o que ocorre quando variamos o c ?” O professor instiga os alunos a compararem os gráficos de $f_1(x) = x^2 - 5x + 6$, $f_2(x) = x^2 - 5x + 10$ e $f_3(x) = 2x^2 - 5x + 6$, e com isso, responderem às seguintes questões: “O que diferencia graficamente cada função? Se tomarmos uma $f_4(x) = ax^2 - 5x + c$, o que ocorre com o gráfico quando $c > 0$ ou $c < 0$? E se $c = 0$?”. Em um segundo momento, levanta-se as questões “Quais coeficientes que eu preciso alterar nas funções de forma que o gráfico seja uma parábola côncava para baixo?”. O objetivo é fazer com que os alunos percebam que o sinal de a influencia na concavidade da parábola, assim como o valor de a na “abertura”.

Até o momento, qualquer *software* de GD poderia ser utilizado para a realização dessas etapas. Contudo, destacamos que o Geogebra se difere dos demais a partir da próxima etapa, permitindo que os alunos explorem de modo mais amplo e levantem outras hipóteses e questionamentos sobre o gráfico da Função Quadrática, quando variamos seus três coeficientes. A isso deve-se à potencialidade do Geogebra ser também um CAS, que é um enlace de conhecimento computacional e de conteúdo matemático (necessário para o professor).

Etapa 3 — Explorando o coeficiente b . O professor indica aos alunos a construção dos gráficos das seguintes funções: $f_1(x) = x^2 - 4x + 6$, $f_2(x) = x^2 - 5x + 6$, $f_3(x) = x^2 - 6x + 6$ e $f_4(x) = x^2 - 7x + 6$. A mudança do coeficiente b nas funções citadas, implicam em translações e dilatações. A questão central da exploração é justamente o aluno perceber alguma regularidade ou propriedade à medida que fixados os coeficientes a e c , o coeficiente b varia. Porém, se o professor limitar a atividade apenas na construção de gráficos de Funções Quadráticas, a exploração matemática não será completa. A partir do momento que o professor conhece os recursos que o SE permite, mudanças pedagógicas poderão ocorrer, facilitando a aprendizagem. Neste caso, quando o professor sugere aos alunos o uso do recurso *controle deslizante* criando o controle sobre b ativando o *rastro* sobre o gráfico, a exploração matemática é enriquecida. Do ponto de vista matemático, afirma-se que uma família de funções é gerada. A Figura 1 mostra o resultado quando o coeficiente b varia. Portanto, para que o professor crie verdadeiros cenários de aprendizagem, faz-se necessário o CPC que, neste caso, é a exploração do coeficiente b (agora um parâmetro) via recurso controle deslizante combinado com o rastro.

Etapa 4 — Gerando o lugar geométrico. Os alunos observam que, de fato, há alguma regularidade quando b é variado na Função Quadrática, gerando, de alguma forma, uma parábola côncava para cima. Neste momento o professor sugere aos alunos que marquem os vértices dessas parábolas geradas. Porém, muitos alunos simplesmente utilizam o recurso *ponto*, marcando visualmente (via *mouse*) o vértice, o que é um erro. O recurso *ponto* marca um “ponto flutuante” (Euclideano) sob a curva, fazendo com que não haja qualquer associação algébrica entre o objeto geométrico (parábola) e o ponto (vértice) e, por isso, o ponto gerado não corresponderá ao vértice ao utilizar o controle deslizante. A intervenção do professor nesse processo do “erro matemático-computacional” (pois existe uma determinada concepção

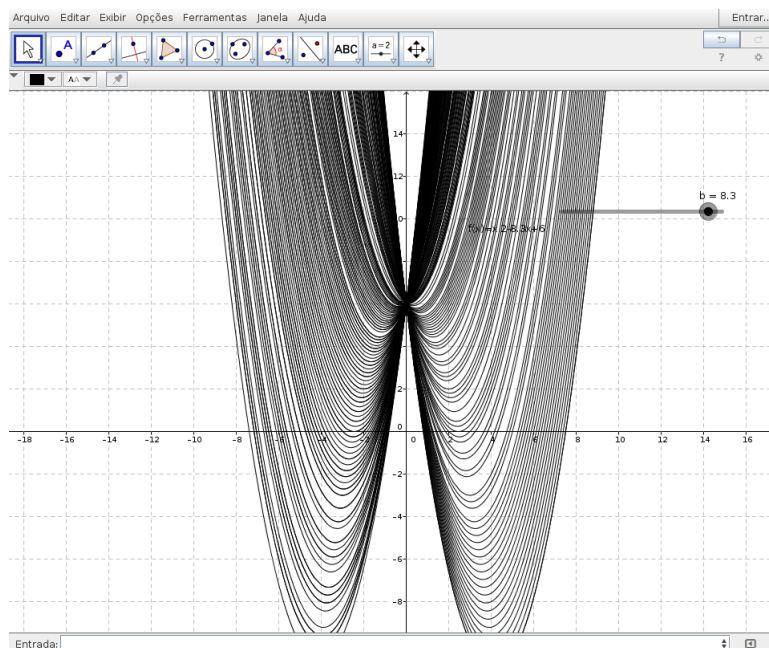


Figura 1 – Resultado da variação de b para o gráfico das funções, utilizando o recurso *controle deslizante* combinada com *rastro*.

matemática do recurso *ponto*) é fundamental, e deve ir na direção algébrica do problema. Ou seja, o aluno deve inserir o vértice à partir de suas coordenadas, utilizando o seguinte resultado: $V = (x_v, y_v) = \left(-\frac{b}{2a}, -\frac{b^2 - 4ac}{4a}\right)$. Dessa forma, o vértice estará associado algebricamente à curva, independentemente da variação do coeficiente b . Em seguida, os alunos marcam esse ponto V (algébrico), variando-o de acordo com b , mostrado na Figura 2. Portanto, o resultado é que o lugar

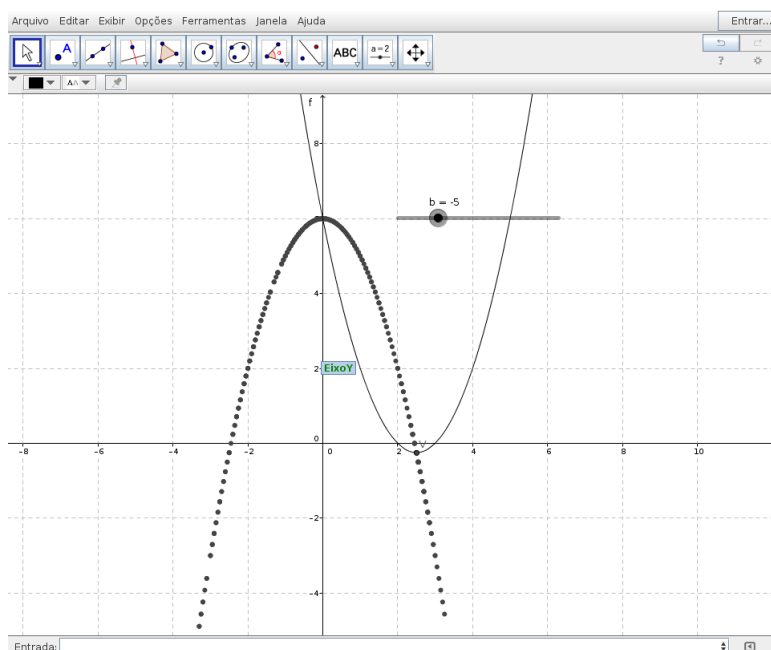


Figura 2 – Resultado da variação do vértice b utilizando o recurso *controle deslizante* combinada com *rastro*.

geométrico gerado pelo vértice $V = (x_v, y_v)$ a partir da variação de b , é uma outra parábola côncava para baixo. Agora, como determinar a função mais geral dessa parábola? Uma vez que a exploração é concretizada, o próximo passo é formalizar e generalizar essas ideias. Se consideramos apenas a etapa de exploração via SE, a aprendizagem pode ficar comprometida, fazendo-se necessária a formalização a partir dos dados empíricos, uma vez que o processo de formalização do empírico estimula o entendimento científico dos objetos matemáticos envolvidos, em concordância com um dos propósitos do Ensino Médio previsto nos *Parâmetros Curriculares Nacionais* para o Ensino Médio (PCNEM). Dessa forma, seguimos para a próxima etapa.

Etapa 5 — Formalização. Tomando a Função Quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, os vértices das parábolas (Figura 2) geradas sugerem como resultado do *rastros* uma parábola côncava para baixo. Portanto, tomando as coordenadas do vértice, temos que $b = -2x_v a$. Esta é substituída em y_v , ou seja, $y_v = -\left(\frac{-[(-2x_v a)^2 - 4ac]}{4a}\right) = -ax_v^2 + c$. Portanto, o lugar geométrico dos vértices da família de funções quando a e b são fixos, é uma parábola de equação $y = -ax^2 + c$. Esta formalização também poderá seguir um processo exploratório, mas sem a necessidade do SE. Após o conhecimento da nova equação, os alunos poderão comprová-la construindo o gráfico de uma função $g(x) = -ax^2 + c$ e comprovarem geometricamente que se trata, de fato, da função obtida.

O Geogebra se diferencia de outros softwares de GD, pois permite elementos algébricos em objetos geométricos. Para isso, o conhecimento do professor em selecionar e elaborar a atividade que será feita, como será feita e quais são os recursos que o software oferece, são imprescindíveis. Reiteramos que, além do trabalho com o *software*, uma das discussões desejadas é a limitação imposta pelo uso de lápis e papel para a construção de gráficos de Funções Quadráticas. Diante do exposto, em síntese, temos que os conhecimentos que o professor necessita para elaborar e desenvolver tal atividade, que compõem o CPC, são:

- De conteúdo específico: esta abordagem no estudo do coeficiente b não é comum em livros didáticos, portanto há aqui um repensar sobre o conteúdo, uma reinterpretação e um questionamento sobre a forma como o conteúdo funções quadráticas é colocado no currículo de matemática e de se criar explorações possíveis a partir do que parece ser um conteúdo finalizado e estático. Para isso, o domínio de conhecimento algébrico e geométrico do professor deve ser amplo (compreendendo matematicamente a mudança na interpretação de um coeficiente b para um parâmetro b e o porquê disto), de forma que possibilite a elaboração de uma atividade como esta, problematizando seu conhecimento sobre tais conteúdos.
- Pedagógico do conteúdo: para que a atividade não seja restrita a efetuar operações com o *mouse* a partir de “receitas fechadas”, é necessário que o professor possa considerar que os alunos podem realizar questionamentos e levantar hipóteses e, principalmente, ter delineado qual é o seu papel para isso, quais intervenções são possíveis e como deve gerir a sala de aula permitindo que isso ocorra. Tais decisões têm como referência o repertório de conhecimento pedagógico do conteúdo.
- Curricular: a possibilidade de uso de SE e o conhecimento de quais elementos sobre funções devem ser tratados em cada ano escolar compõem aspectos do

conhecimento curricular do professor, sempre considerando os pré-requisitos dos seus alunos.

- Computacional: conhecer adequadamente as funcionalidades, os limites, os recursos e as possibilidades de utilização do SE.

4 Considerações Finais

Para o trabalho com o SE em sala de aula informatizada promover aprendizagens nos alunos, o conhecimento do SE é necessário, mas não suficiente. O uso de SE em sala de aula depende do conhecimento do professor e do modo que ele mesmo concebe seu papel e de seus alunos em um ambiente de ensino e de aprendizagem. Se um professor ou um grupo de professores numa determinada escola trabalham quase que exclusivamente com aulas expositivas, palestrando para seus alunos, certamente o trabalho com os SE será mais exigente. O professor que se apoia, por exemplo, somente no livro didático, poderá incitar um contrato didático com os alunos no tríduo exposição-exercícios-correção. Para esse caso, o professor terá dificuldades em avançar e explorar os diversos recursos em um ambiente informatizado. Há ainda que se considerar que num primeiro momento, pode-se esperar que em tal caso, os recursos tecnológicos possam lhe servir exclusivamente para serem expostos e apresentados aos alunos, em um ensino “palestrado”.

Para que o professor possa lidar com um SE, como foi o caso do Geogebra, faz-se fundamental uma formação focada em aspectos pedagógicos, computacionais e de conteúdo matemático; priorizando a aprendizagem significativa da matemática e a autonomia do aluno. Nesse sentido, Alarcão (1996) enfatiza que “educar para a autonomia implica fazer um ensino reflexivo que, por sua vez, se baseia numa postura reflexiva do próprio professor”. Para isso, o professor precisa também problematizar seus próprios conhecimentos.

Concluindo, é importante que as reflexões e o uso apropriado do SE seja contínuo e esteja presente tanto em cursos de formação inicial de professores de matemática quanto de formação continuada. Sabemos que, principalmente, o conhecimento computacional pode ser o mais complexo, na medida que as novidades são crescentes, e cada vez mais, estes *softwares* aumentam em número de recursos e exigem cada vez mais esforços do professor e do aluno para sua plena utilização em cenários educacionais.

Referências

ALARCÃO, I. *Formação reflexiva de professores, estratégias de supervisão*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1996.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. [S.l.]: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, MEC, SEMTEC, Brasília, 2002.

GUIMARÃES, L. C.; BELFORT, E.; BELLEMAIN, F. Geometria: uma volta ao futuro via tecnologia. In: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, II SIPEM, 2003*. São Paulo: SBEM-Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2003.

- HOHENWARTER, M. *Geogebra - Ein Softwaresystem für dynamische Geometrie und Algebra der Ebene*. Dissertação (Mestrado) — University of Salzburg, Salzburgo, Austria, 2002.
- HOHENWARTER, M.; PREINER, J. Dynamic mathematics with geogebra. *Journal of Online Mathematics and its Applications, Mathematical Association of America (MAA), ID 1448*, v. 7, March 2007.
- JACKIW, N. Visualizing complex functions with the geometers sketchpad. In: *6th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*. [S.l.]: Volos, Greece: University of Thessaly, 1991. p. 291–299.
- LITTLE, C. Interactive geometry in the classroom: old barriers and new opportunities. In: *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*. London, UK: Joubert, M (Ed.), 2008. p. 49–54.
- MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. *Revista Educação*, v. 29, n. 2, 2004.
- MIZUKAMI, M. da G. N.; REALI, A. M. de M. R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F. de; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. de. *Escola e Aprendizagem da Docência: Processos de investigação e formação*. São Carlos: EdUFSCar/INEP/COMPED, 2003. 203p.
- MUTCHNIK, N. *Matsoft - Um software para a integração da tecnologia computacional no ensino da matemática*. 113 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco,, Recife, Brasil, 2010.
- PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. [S.l.]: Harvester Press, 1980.
- PITON-GONÇALVES, J. Uma experiência na disciplina de informática aplicada ao ensino para a licenciatura em matemática. In: *VIII EPEM - Encontro Paulista de Educação Matemática*. São Paulo: [s.n.], 2006.
- PITON-GONÇALVES, J. Educação a distância e informática na educação em cursos de licenciatura em matemática. In: *IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática*. Belo Horizonte: [s.n.], 2007. v. 9.
- SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, n. 15(2), p. 4–14, 1986.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Reviews*, v. 57, n. 1, p. 1–22, 1987.
- VALENTE, J. A. Visão analítica da informática na educação no brasil: a questão da formação do professor. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 1, n. 1, set 1997.
- WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S.; RICHERT, A. E. 150 different ways' of knowing: representations of knowledge in teaching. In: CALDERHEAD, J. (Ed.). *Exploring Teachers' Thinking*. London: Cassel Educational Limited, 1987. p. 104–124.