



## **Possibilidades e Dificuldades de uma Sequência Didática para o Ensino de Funções Instrumentalizado por uma Ferramenta Computacional**

Maurício A **Saraiva** de Matos Filho  
Faculdade Santa Emília – FASE / Faculdade Pernambucana - FAPE  
Brasil  
mmsaraiva@hotmail.com

Josinalva Estacio **Menezes**  
Universidade de Brasília  
Brasil  
jomene@ded.ufrpe.br

### **Resumo**

Nesta pesquisa, apresentada como um recorte de um trabalho maior desenvolvido em um Programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado analisa-se uma sequência didática (SD) destinada ao ensino de Funções, instrumentalizada por um software. Este estudo baseou-se nas dificuldades apresentadas pelos alunos ao estudarem este assunto e nas possibilidades do uso do computador como recurso para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. O aporte teórico relaciona-se a Didática da Matemática. A pesquisa foi desenvolvida segundo a metodologia da Engenharia Didática, tendo como campo de pesquisa uma Escola Pública e os sujeitos alunos do 1º ano do Ensino Médio. Os resultados do teste diagnóstico apontaram para dificuldades relacionadas à plotagem de pontos no plano cartesiano e sobre os eixos e os resultados da aplicação da SD instrumentalizada pelo software evidenciaram certo favorecimento aos alunos na construção, leitura e interpretação gráfica.

*Palavras chave:* Sequência Didática. Software Winplot. Didática da Matemática. Função. Engenharia Didática.

### **Introdução**

O conceito de função possui relevância na formação matemática de qualquer cidadão atuante na sociedade contemporânea. Além de estar ligado a situações que envolvem abstrações,

interpretações e resolução de problemas relativos a diversos fenômenos estudados em várias áreas do conhecimento humano, possui também importância científica e social.

Zuffi (2004) destaca a relevância do conceito de função para as ciências, descrevendo que a ideia de função ultrapassa os domínios da Matemática há um bom tempo, oferecendo-se às áreas de conhecimento de Física, Química, Biologia, Economia, Medicina, Engenharia e etc., particularmente em virtude da explosão tecnológica iniciada na segunda metade do século XX, que propiciou uma nova dinâmica para as diversas áreas do conhecimento, inclusive para a matemática.

Houve uma constelação de grandes avanços tecnológicos nas duas últimas décadas do século XX, quando Castells (2006) destaca as tecnologias da informação, da microeletrônica, da computação, das telecomunicações e da optoeletrônica, com atenção especial para a informática, o computador e a Internet.

O final dos anos 80 e o início dos anos 90 marcaram a chegada dos computadores pessoais no mercado de trabalho e no lazer. Desse período até os dias atuais, essa tecnologia tem estado cada vez mais presente no cotidiano de boa parte da população. Essa nova relação das pessoas com os computadores tem se refletido não apenas no ambiente de trabalho, mas também nas relações familiares e na escola. Dessa forma, a inserção dessa tecnologia na escola tem suscitado debates sobre suas reais possibilidades e contribuições como uma ferramenta didática em diversas partes do mundo e no Brasil. Diversos pesquisadores tais como Litwin et al (1997), Menezes (1999) e Miranda (2006) têm discutido sobre o papel dos computadores no processo de ensino e aprendizagem.

No ensino de Matemática, o computador pode ser um importante recurso para o professor e um elemento de motivação para os alunos. Atualmente, vários pesquisadores, como Menezes (2001), Bittar (2006), Bellemain, Bellemain e Gitirana (2006) e Freire, Castro Filho e Fernandes (2008) têm evidenciado as importantes contribuições que o uso do computador tem dado às aulas de Matemática.

A Matemática tem sido uma área bastante agraciada com o grande número de softwares educativos, gratuitos e não gratuitos, destinados ao ensino de seus conceitos. Dentre esses softwares destaca-se: Cabri-Géomètre I e II, Graphequation, Graphmática, Winplot, Aplusix, Winfun, Modelus, Régua e Compasso, Poly, Thales, WinMat etc.

Diante do exposto surge um questionamento: O uso de um software voltado para a construção gráfica (Winplot) pode beneficiar os alunos do Ensino Médio na construção e interpretação de gráficos de funções de 1º e 2º graus?

A opção pela utilização do software Winplot, dentre tantas outras opções de softwares já descritas, deve-se à sua acessibilidade. Esta ferramenta computacional é de domínio público, ou seja, é um software gratuito disponível na Internet e sem implicações legais para o seu uso.

Desta forma, a pesquisa objetivou analisar uma sequência didática para o ensino de funções polinomiais de 1º e 2º graus instrumentalizada por um software. Para objetivos específicos tem-se: identificar as respostas utilizadas pelos alunos na construção e na interpretação de gráficos das funções polinomiais de 1º e 2º graus utilizando o lápis e papel e verificar, a partir de uma sequência didática, como o software Winplot pode favorecer os alunos na construção e na interpretação de gráficos das funções polinomiais de 1º e 2º graus.

### **O uso do computador nas aulas de matemática**

A Matemática tem sido uma área muito privilegiada em relação às diversas tecnologias presentes no mundo contemporâneo. Sejam as calculadoras, os jogos virtuais, os computadores e os diversos softwares, todos esses recursos tecnológicos estão sendo propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais com o intuito de melhorar o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática. Em especial, as tecnologias da informática, com um conjunto de ferramentas – computador, softwares, internet, etc. - podem auxiliar o ensino da Matemática, criando ambientes de aprendizagens que possibilitem o surgimento de novas formas de pensar e de agir, que valorizem o experimental e que tragam significados para o estudo da Matemática.

Diversas pesquisas, já descritas na parte introdutória deste trabalho, evidenciam o uso dos computadores como uma importante ferramenta nas aulas de Matemática, o que é corroborado pelos PCN (BRASIL, 1998), quanto à referência de que essa tecnologia pode ser usada como fonte de pesquisas, importante auxílio para o processo de ensino aprendizagem; como recurso no processo de construção do conhecimento; como ferramenta para exercer autonomia dos educandos através do uso de softwares que possibilitem pensar, refletir e criar soluções e, também, como instrumento para realizar determinadas atividades – uso de planilhas eletrônicas, processadores de texto, banco de dados e outros aplicativos. Além do mais, indica que o computador pode ser uma importante ferramenta no desenvolvimento cognitivo dos educandos, principalmente por possibilitar um desenvolvimento de trabalho que respeite os distintos ritmos de aprendizagem, viabilize a individualização da aprendizagem e permita que o aluno aprenda com seus erros.

Diante das possibilidades apresentadas para o uso de softwares no ensino de matemática, a seguir será apresentada uma breve abordagem sobre o software Winplot.

O software Winplot é um programa gratuito desenvolvido pelo professor Richard Parris, da Philips Exeter Academy. A versão deste software para o português foi traduzida pelo professor Adelmo Ribeiro de Jesus e sua equipe, na Universidade Federal da Bahia.

Através do Winplot, é possível gerar, dentre outros objetos da matemática, gráficos em duas e ou três dimensões, a partir de funções ou equações, de modo simples, rápido e direto. Outro aspecto relevante é que o Winplot utiliza quase a mesma simbologia que é utilizada nas aulas de matemática, ou seja, o aluno, ao utilizar este software, empregará a mesma notação matemática das suas aulas.

Diante da opção teórica escolhida para apoiar esta pesquisa, faz-se necessário realizar uma breve discussão sobre algumas Teorias da Didática da Matemática que fundamentam o presente estudo.

### **Teoria das Situações Didáticas**

Dentre os estudos desenvolvidos pela Didática da Matemática, a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau e as reflexões sobre Transposição Didática proposta por Yves Chevallard (discutida a seguir), têm sido citadas por vários pesquisadores como uma referência teórica para o processo de aprendizagem matemática em sala de aula.

O espaço da sala de aula é caracterizado de acordo com a Teoria das Situações Didáticas pela tríade professor, aluno e o saber. Esses três elementos são os componentes principais de um sistema didático. A relação dessa tríade (professor-aluno-saber) constitui uma relação triangular, que é denominada por Brousseau (1996) como Triângulo das Situações Didáticas.

A Didática da Matemática, por sua vez, propõe que o saber matemático precisa ser reconstruído pelo aluno, na sala de aula, e que tal reconstrução se dá em função das relações que se estabelecem nesse sistema didático, mediatizadas pelo saber, conduzidas pelo professor e negociadas com os alunos. Para que a reconstrução desses saberes se concretize, é necessário que a contextualização do saber matemático escolar esteja ligada fortemente aos conteúdos e à sala de aula. Por outro lado, a participação dos alunos depende do sentido das atividades no espaço educacional. Nesse espaço, o professor organiza situações didáticas que, de acordo com Gálvez são:

um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, um determinado meio (que abrange eventualmente instrumentos ou objetos) e um sistema educativo (representado pelo professor) com a finalidade de conseguir que estes alunos apropriem-se de um saber constituído ou em vias de constituição (BROUSSEAU, 1982b apud GÁLVEZ, 2001, p.28).

A Teoria das Situações Didáticas é estruturada através do conceito de aprendizagem por adaptação. Esse conceito aproxima-se dos estudos realizados por Piaget sobre o desenvolvimento

do conhecimento humano, os denominados esquemas de assimilação e acomodação. A perspectiva construtivista da aprendizagem por adaptação, considera que o aluno aprende se adaptando a novas situações a que ele é submetido. Ele necessita adequar seus conhecimentos a um determinado problema que lhe é apresentado. Segundo Pais (2001), “a adaptação pode ser entendida como a habilidade que o aluno manifesta em utilizar seus conhecimentos anteriores para produzir a solução de um problema” (p. 70).

Segundo Brousseau (2000), a respeito dos fenômenos de aprendizagem, os psicólogos não cessam de mostrar a importância da tendência natural do sujeito de se adaptar ao meio, assim como Skinner (papel dos estímulos), como Piaget (papel dos esquemas pessoais no desenvolvimento espontâneo dos esquemas fundamentais) ou como Vigotski (papel do meio sócio-cultural). (Tradução livre do autor).

Nessa perspectiva, Bittar (2006) considera que o aluno aprende se adaptando a um meio que é gerador de dificuldades, de contradições e de desequilíbrios (na perspectiva construtivista de aprendizagem). A construção do conhecimento é a resultante da interação do sujeito com um meio, que deve ser organizado pelo professor a partir de escolhas cuidadosas de problemas, dos tipos de ações possíveis do aluno sobre esse meio, e dos tipos de retroações que o meio oferece. Laborde e Capponi (1994 apud Bittar, 2006) descrevem que “os ambientes informatizados podem constituir, sob certas condições, um meio para a aprendizagem no sentido descrito acima” (p. 4).

Diante do exposto, esta pesquisa visa utilizar algumas características da Teoria das Situações Didáticas, proposta por Brousseau, para analisar uma sequência didática destinada ao ensino de funções polinomiais de 1º e 2º graus utilizando o meio informatizado (software Winplot) como instrumentalizador com alunos do Ensino Médio.

Segundo Almouloud (2007), a introdução da tecnologia de ambientes informatizados na escola e na formação de professores está acompanhada de fenômenos parecidos aos fenômenos da Transposição Didática. Este pesquisador ressalta, ainda, que os ambientes informatizados são também sujeitos a transformações.

Chevallard (1991) reflete que a transposição didática é feita por uma Instituição ‘invisível’, uma ‘esfera pensante’ que ele nomeou de Noosfera. Tal instituição é formada por pesquisadores, técnicos, professores, especialistas, enfim, por aqueles ligados a outras Instituições, como Universidades, Ministérios de Educação, Redes de Ensino; irão definir quais saberes devem ser ensinados e com que roupagem eles devem chegar à sala de aula. No Brasil, o resultado do trabalho da Noosfera aparece nos Referenciais Curriculares e nos documentos que trazem as diretrizes curriculares.

A trajetória do saber, do momento em que o mesmo é produzido (Saber Científico) até

chegar à porta da escola (Saber a ser Ensinado) e, por fim, como um saber ensinado (dentro da Sala de Aula) caracteriza-se como processo de transposição didática externa. Esta última etapa expressa o momento em que acontece o que Chevallard (1991) chamou de trabalho interno de transposição (transposição didática interna), que tem no professor o responsável por esse novo momento de transformação do saber.

Bellemain (2000) destaca que a transposição didática, apresentada por Chevallard, deve ser ajustada e estendida com a inserção da dimensão informática, proposta por Balacheff, no processo de transformação dos saberes. Este pesquisador ainda destaca que a transposição didática examina os fenômenos de transformação do saber de referência em saber a ensinar. A introdução da informática nesse estudo de transformação não pode inquietar-se unicamente com a encenação do saber a ensinar, já que a introdução do computador participa dessa transformação do saber de referência.

Balacheff (1991 apud Bellemain, 2000) apresenta a ideia de transposição informática para evidenciar as modificações do saber a ensinar a partir da mediação deste através do computador. Ele concebe a transposição informática como um complemento da transposição didática. Neste sentido, pode-se afirmar que a transposição informática encontra-se ancorada na transposição didática. Portanto, antes de utilizar uma ferramenta tecnológica para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem é importante identificar o saber a ser ensinado e, posteriormente, reconhecer quais as especificidades da ferramenta tecnológica que mais se ajustam a este saber, para que a ferramenta se torne um suporte eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

Especificamente, neste estudo, a ferramenta utilizada foi o software Winplot, que será utilizado na construção gráfica de funções polinomiais. Este programa pode realizar a plotagem de gráficos de forma simples, rápida e precisa, conforme descrito anteriormente, e essa facilidade na construção possibilita o aumento do universo de funções estudadas. Neste sentido, esta ferramenta computacional poderá proporcionar maior liberdade na escolha das funções a serem estudadas, não sendo mais necessário levar em consideração as limitações do cálculo, dos conjuntos numéricos e do desenho realizado à mão (SAUNDERS E DEBLASSIO, 1995).

## **Metodologia**

A proposta metodológica desenvolvida neste trabalho enquadra-se em uma adaptação das concepções da “Engenharia Didática” (ARTIGUE, 1996) que se caracteriza como “uma forma particular de organização dos procedimentos metodológicos da pesquisa” (PAIS, 2001, p.99).

Para atender o objetivo do estudo, os sujeitos da pesquisa foram selecionados entre cinquenta e seis alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública do Estado de Pernambuco, já que, tradicionalmente, o conteúdo de função costuma ser ministrado

com maior ênfase nessa série, conforme apresentado nos currículos escolares e na própria disposição dos livros didáticos.

Para a aplicação do teste diagnóstico (primeira etapa da pesquisa empírica, constituído de sete questões), compareceram trinta e seis alunos que participaram da atividade. Dentre os 36 alunos, um grupo de 15 alunos foi selecionado para a 2ª etapa (aplicação da sequência didática instrumentalizada pelo Winplot, constituída de sete questões elaboradas a partir das dificuldades apresentadas pelos alunos no teste diagnóstico).

Foram utilizadas três formas de registro das atividades desenvolvidas pelos participantes da pesquisa: o registro escrito (teste diagnóstico e sequência didática), o registro da tela do computador no momento da realização da sequência didática e o armazenamento do arquivo, com as respostas relativas ao desenvolvimento da sequência didática a partir do Winplot, no computador.

### **Alguns resultados**

O teste diagnóstico foi constituído por sete questões. Dentre estas, encontram-se questões abertas com resposta numéricas, de associação entre expressão algébrica e gráfica e questões de construção gráfica. Este teste teve por objetivo levantar (análises prévias, segundo a Engenharia Didática) as principais dificuldades dos alunos ao construir e interpretar gráficos de funções polinomiais. Os resultados obtidos no teste diagnóstico constituem-se como um elemento importante na definição das variáveis mais relevantes para a construção da sequência didática.

Em relação às análises do teste diagnóstico, convém destacar os seguintes aspectos: a) Os alunos apresentam dificuldades para localizar pontos no plano cartesiano, na identificação das coordenadas sobre os eixos, ou seja, pontos do tipo  $(x, 0)$  ou  $(0, y)$  e, conseqüentemente, nos problemas que envolveram zeros da função; b) A observação gráfica não foi a estratégia mais utilizada pelos alunos na resolução da questão; c) Parece ser uma prática que os cálculos (algébricos e aritméticos) sobrepõem às observações gráficas, pois boa parte do grupo pesquisado procurava justificar a resposta dada às questões através de cálculo; d) A estratégia mais utilizada para a construção de gráficos foi o traçado a partir de pontos de uma tabela; e) Falta de percepção mais aguçada dos alunos em relação à posição do gráfico de uma função quando se trocam os valores dos seus parâmetros.

Os aspectos descritos acima sintetizam as dificuldades percebidas na análise das produções dos alunos no teste diagnóstico e estas compõem as variáveis de comando que nortearam as escolhas que fundamentam as atividades da sequência didática.

A sequência didática é constituída por sete atividades que possuem questões abertas e uma alternativa fechada, e foi construída a partir das variáveis de comando que foram indicadas nos resultados obtidos no teste diagnóstico. Ela está fundamentada nas concepções da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau (1986), segundo a qual o conhecimento emerge de situações-problema .

Cada atividade da SD, realizada utilizando o Winplot, se constituiu de uma descrição dos procedimentos no software, destinada à construção dos elementos gráficos. A partir destas construções, os alunos deveriam observá-las para em seguida responder, pelo registro escrito, as perguntas propostas em cada atividade. As ações constituídas pelos alunos para desenvolver a SD tiveram registros na própria SD, no salvamento de arquivos do Winplot e na captura da tela do computador no momento da efetivação da atividade, conforme já descrito. Estes registros subsidiam as análises apresentadas a seguir.

A atividade 1 da SD está relacionada à identificação de pontos no plano cartesiano e é composta de sete alternativas a serem respondidas. Esta solicitava aos alunos que plotassem os pontos apresentados na questão, utilizando o software Winplot e, a partir desta ação, respondessem em que quadrante ( $1^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $3^\circ$  ou  $4^\circ$ ) os pontos se localizavam ou se eles estavam localizados sobre os eixos ou, ainda, na origem das coordenadas.

Nesta atividade, esperava-se que os alunos conseguissem identificar, com ajuda do Winplot, todos os pontos, inclusive os que estavam localizados sobre os eixos cartesianos (tipo  $(x,0)$  ou  $(0,y)$ ), pois estes se apresentaram, nas análises do teste diagnóstico, como um elemento de dificuldade. Convém destacar que nesta atividade, utiliza-se pontos com valores das coordenadas compreendidos no conjunto dos números racionais ( $C(2.5, 0)$  e  $D(0, 2.5)$ ), os quais podem ser geradores de dificuldades em sua plotagem a mão livre, essa assertiva é confirmada pelas pesquisas de Markovits, Eylon e Bucheimer (1995), mas assim como já discutido anteriormente, uma ferramenta computacional (software Winplot) pode proporcionar maior liberdade nas escolhas a serem estudadas, não sendo mais necessário levar em consideração as limitações de cálculos ou de conjuntos numéricos.

A partir dos resultados, pode-se considerar que quase a totalidade dos alunos observados conseguiu desenvolver de forma satisfatória a atividade proposta. Exceto um aluno que não registrou na SD a coordenada  $(0, 1)$  como um ponto sobre o eixo das ordenadas. Mas, ao observar o arquivo salvo pelo aluno ao término do desenvolvimento da atividade, percebe-se que o ponto  $I(0, 1)$  encontra-se devidamente construído. Ou seja, o aluno desenvolveu a construção de forma correta, só não transcreveu adequadamente a resposta.

Desta forma, destaca-se que nenhum dos alunos investigados deixou de desenvolver, na SD proposta para a atividade, as alternativas inerentes a plotagem de pontos sobre as coordenadas, ou seja, de pontos do tipo  $(x, 0)$  ou  $(0, y)$ . Sendo assim, parece que a plotagem destes sobre os eixos cartesianos, construídos com o auxílio do software, não se apresenta como

um elemento dificultador para os alunos. Ressalta-se que, na produção dos alunos A e J, percebe-se que estes registraram suas respostas de forma errada na SD (alternativa D “No 4º quadrante”). Porém, desenvolveram-na de forma correta através do programa. A hipótese para esse tipo de dificuldade pode residir nas cores que este aluno utilizou para configurar o software, pois ele respondeu de forma correta as demais alternativas relacionadas à identificação de pontos nos quadrantes. Desta forma, admite-se que ele conhece ideia de quadrante. Logo, supõe-se que o aluno possa ter tido dificuldade em observar os pontos no computador, em virtude das configurações que ele escolheu para as cores, pois no arquivo salvo por este, após o término da atividade, encontra-se a cor do plano cartesiano muito próxima das cores dos pontos que foram plotados. Isto pode ter gerado certo embaraço no momento da observação e, conseqüentemente, no registro.

A taxa de variação (ou taxa de crescimento) de uma função constitui-se um conceito importante no estudo das funções polinomiais, pois este subsidia alguns conceitos estudados nas disciplinas de cálculo no Ensino Superior. A atividade 2 (apêndice A), da SD, contempla esse conceito, ali, solicitava-se aos alunos que, a partir da função  $f(x) = \frac{1}{10}x - 1$ , mudassem o valor do parâmetro  $a$  ( $1/10$ ) pelos valores informados na questão e observassem o comportamento dos gráficos construídos de cada uma das novas funções. A atividade possui três alternativas (A, B e C). Cada uma apresentava duas expressões algébricas correspondente às funções que tiveram seus gráficos construídos anteriormente. Nas alternativas os alunos necessitavam comparar a inclinação dos gráficos e o valor do parâmetro  $a$ . A partir dos aspectos observados, os alunos deveriam registrar, em cada alternativa da SD, quais das funções possuíam maior inclinação em relação ao eixo das abscissas e, também, qual o maior valor do parâmetro  $a$ , para responder o que eles observaram em relação aos gráficos construídos e o aumento do valor do parâmetro  $a$ .

Objetivava-se, nesta atividade, que os alunos percebessem que quanto maior fosse o valor do parâmetro  $a$ , maior seria a inclinação da reta em relação ao eixo das abscissas (Ox), pois acredita-se que este entendimento pode favorecer a compreensão do conceito de taxa de variação.

Convém rever a posição de Bellemain (2000), como já apresentado anteriormente, quando o mesmo discute sobre a necessidade de uma reorganização da estrutura escolar adequada às novas tecnologias, como a inserção do computador na rotina das escolas, que deve amparar-se sobre uma nova gestão do tempo, isto é, que possibilite uma organização que favoreça a aproximação do tempo de aprendizagem e o tempo de ensino. Em outras palavras, enquanto o computador realiza algumas tarefas de cálculos, construção de figuras, de gráficos, desenvolvimento de algoritmos etc., ele permite a organização de mais atividades conceituais. Neste sentido, a atividade 2 foi preparada a partir de valores para o parâmetro  $a$  que pertencem ao conjunto dos números racionais, ou seja, utilizou-se frações. Estes valores, provavelmente, dificultariam uma construção utilizando os recursos mais comuns (quadro e giz ou pincel) (MARKOVITS, EYLON E BUCHEIMER, 1995), o que não aconteceu na construção utilizando o Winplot.

Os resultados evidenciam que todos os alunos responderam a atividade e que a totalidade conseguiu observar e responder corretamente qual das funções apresentadas possuía maior inclinação em relação ao eixo das abscissas. Esses resultados corroboram com as ideias de alguns autores (SAUNDERS E DEBLASSIO,1995; BELLEMAIN,2000) em destinar os cálculos, o traçado gráfico ou a locação dos pontos como tarefa dos computadores e, desta forma, permitir maior liberdade para os alunos se concentrarem em outras reflexões acerca das funções, a exemplo, o estudo do grau de inclinação da reta de uma função que é um importante elemento para o entendimento do conceito de taxa de variação.

A atividade 5 da SD é a questão 7 do teste diagnóstico. Utilizou-se novamente esta questão em virtude de nenhum aluno tê-la desenvolvido de forma satisfatória. De fato nenhum aluno chegou a utilizar quaisquer estratégias na tentativa de resolvê-la quando utilizou-se lápis e papel como recurso.

A questão corresponde à construção gráfica de funções polinomiais do 2º grau. Esta requer dos alunos que construam os gráficos, em um único plano cartesiano, das funções  $f(x) = x^2$ ,  $f(x) = (x - 2)^2$  e  $f(x) = (x + 2)^2$  e que, respondam, na alternativa A da questão, em que posição do plano cartesiano a função  $f(x) = (x + 2)^2$  está em relação à função  $f(x) = x^2$  e na B em que posição a função  $f(x) = (x - 2)^2$  encontra-se em relação à  $f(x) = x^2$ .

Contrariando os resultados do teste diagnóstico, na SD os resultados foram mais satisfatórios, como pode ser observado na tabela.

Tabela 1

Percentual das respostas da Atividade 5 da SD (alternativa a)

Alternativa/Categoria	Resposta correta	Resposta inadequada	Não respondeu
Alternativa A	89%	11%	0%
Alternativa B	89%	11%	0%

Esses resultados evidenciam que as dificuldades apontadas na construção desta questão utilizando lápis e papel (questão 7 do teste diagnóstico) foram superadas pela construção a partir do software e, sendo assim, os alunos ficaram mais livres para refletir sobre a posição de cada uma das funções em discussão. Isto corrobora com as discussões sobre as possibilidades do computador realizar cálculos e construções gráficas complexas e, a partir destas realizações, permitir que os alunos possam desenvolver outros conceitos (BELLEMAIN, 2000; SAUNDERS E DEBLASSIO, 1995).

Em relação às análises da SD apresentadas, convém destacar os seguintes aspectos: a) O

uso do software Winplot proporcionou maior liberdade nas escolhas a serem estudadas, não sendo mais necessário levar em consideração as limitações de cálculos ou de conjuntos numéricos; b) A utilização do software Winplot permitiu que, a partir da visualização dos gráficos construídos pelo programa, os alunos pudessem se dedicar mais ao estudo das características das funções; c) Isoladamente, o manuseio do software Winplot não é suficiente para possibilitar a construção do conhecimento.

Os resultados apresentados na análise da SD direcionam o computador (softwares) como um elemento que pode privilegiar os alunos nas questões relativas a interpretações e construções gráficas de funções. Porém, esse favorecimento deve estar relacionado com a necessidade de reavaliar a estrutura de ensino, os tipos de atividades, os conteúdos ensinados, as formas de avaliação e o papel do professor quando for utilizado o computador.

### **Considerações Finais**

Os resultados da pesquisa evidenciam que o uso do software Winplot pode favorecer a leitura, interpretação e construção gráfica, além de propiciar maior liberdade aos alunos nas questões ligadas aos cálculos e nas escolhas das atividades pelo professor. Mas, é necessário destacar que o programa não irá trazer benefícios por si só, ou seja, não será apenas levando os alunos para o laboratório e os colocando na frente dos computadores para manipular o software que os objetivos para o ensino serão atingidos. É importante associar o uso do programa a uma SD desenvolvida a partir de escolhas judiciosas e com objetivos bem definidos e claros para cada uma das suas atividades, levando em consideração os limites do cálculo, das construções, dos conjuntos numéricos e dos problemas mais ligadas ao mundo real, pois estes não se constituem mais, a partir do uso da ferramenta computacional, como elementos limitadores no processo de ensino e aprendizagem.

Verificou-se certa motivação dos alunos em relação ao uso do computador para o ensino, pois apesar deste ser uma ferramenta presente em muitos ambientes escolares e no cotidiano de uma parcela da população, seja em domicílios familiares ou em LANhouses, ele, ainda, constitui-se como um elemento motivante.

### **Bibliografia e referências**

- Almouloud, S. A.(2007). Didática e concepção de dispositivos informáticos educacionais. *Revista de Informática Aplicada*, São Caetano do Sul, v. 3, n. 1, 03-10, Jan/Jun 2007. Disponível em < [http://www.uscs.edu.br/revistas/academicas/revista/ria\\_012007.pdf](http://www.uscs.edu.br/revistas/academicas/revista/ria_012007.pdf) > Acesso em 05/12/08.
- Artigue, M.(1996). Engenharia Didática. In: *Didáctica das Matemáticas*. Brun, J. (Org.). Lisboa: Instituto Piaget.
- Bellemain, F; Bellemain, P. M. B. & Gitirana, V. (2006). Simulação no Ensino da Matemática: um exemplo com cabri-géomètre para abordar os conceitos de área e perímetro. In: *Seminário*

- Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM)*, 3. São Paulo: Águas de Lindóia.
- Bellemain, F.(2000). A transposição informática na engenharia de softwares educativos. In: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM)*, 1. São Paulo: Serra Negra.
- Bittar, M. Possibilidade e dificuldades da incorporação do uso de softwares na aprendizagem da matemática. In: *Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM)*, 3. São Paulo: Águas de Lindóia.
- Brasil.(1998) Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio — PCNEM. Brasília: MEC.
- Brousseau, G.(2000) Education et Didactique des mathématiques. In: *Communication au Congrès d'Agua Calientes, Mexico. Educación matemática*, v.12, n.1, p. 5-39. Disponível em: <http://perso.orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/Education&ddm.pdf>. Acessado em 13/10/2007.
- Brousseau, G.(1996). Fundamentos e métodos da didática da matemática. In: *Didáctica das Matemáticas*. Brun, J. (Org.). Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- Brousseau, G.(1986). *Fondementes e méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage, éditions, 1986. v.7.2, p. 33-115.
- Castells, M. A sociedade em rede Volume I. Trad. Roneide Venâncio Majer com a colaboração de Klaus Brandini Gerhardt. 9.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- Chevallard, Y. (1991). *La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Ensigné*. Grenoble, La pensée Sauvage.
- Freire, R. S.; Castro Filho, J. A. & Fernandes, A. C. (2008). Iniciação a álgebra e a utilização de objetos de aprendizagem. In: *Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEMAT)*, 2. Recife – PE.
- Gálvez, G. (2001). A didática da matemática. In: *Didática da Matemática Reflexões Psicopedagógicas*. 2. ed. Trad. Juan Acuña Llorens. Parra, C. & Saiz, I. (Org.). Porto Alegre: Artmed.
- Litwin, E. et al. (1997). *Tecnologia Educacional Políticas, Histórias e Propostas*. Trad. Ernani Rosa. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Markovits, Z.; Eylon, B. S. & Bruchheimer, M. (1995). Dificuldades dos alunos com o conceito de função. In: *As idéias da álgebra*. Trad. Higino H. Domingues. COXFORD, A. F. & SHULTE, A. P. (Org.). São Paulo: Atual.
- Menezes, J. E. (1999). O uso de ferramentas computacionais na aprendizagem da 3ª série de uma escola pública. In: *Encontro Pernambucano de Educação Matemática (IV EPEM)*, 4. Recife-PE.
- Menezes, J. E. (2001). Informática e softwares na Educação Matemática: impressões e inserções. In: Encontro de Pesquisa Educacional das Regiões Norte e Nordeste (EPENN), 15. São Luiz – MA.
- Miranda, R. G. (2006). *Informática na Educação – representações sociais do cotidiano*. 3. ed. São Paulo: Cortez.
- Pais, L. C.. (2001). *Didática da Matemática; uma análise da influência francesa*. 2. ed. BeloHorizonte: Autêntica.
- Saunders, J. & DeBlassio, J. (1995) Relacionando funções com seus gráficos. In: *As idéias da álgebra*. Trad. Higino H. Domingues. COXFORD, A. F. & SHULTE, A. P. (Org.). São Paulo: Atual.
- Zuffi, E. M. (2004). Uma Seqüência Didática sobre “Funções” para a Formação de Professores do Ensino Médio. In: *Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM)*, 8. Recife-PE.