

Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental¹

Ana Paula Gladcheff², Edna Maura Zuffi³, Dilma Menezes da Silva⁴

²Laboratório de Ensino de Matemática e Computação – Faculdade SENAC de Ciências Exatas e Tecnologia

Rua Galvão Bueno, 430 – São Paulo – SP

³Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo
Caixa Postal 668 – São Carlos – SP

⁴IBM TJ Watson Research Center
P.O. Box 218 – Yorktown Heights – NY, 10598

ana.pgladchef@cei.sp.senac.br, edna@icmc.sc.usp.br, dilma@watson.ibm.com

Resumo. No ensino de Matemática, o computador, por ser um instrumento lógico e simbólico, pode vir a contribuir para que a criança, já no Ensino Fundamental, aprenda a lidar com sistemas representativos simbólicos, lingüísticos e/ou numéricos. Mas o uso desta ferramenta na sala de aula depende tanto da metodologia de ensino utilizada, quanto da escolha de softwares pelo professor. Este artigo apresenta um instrumento para avaliar a qualidade de um produto de software educacional de Matemática, direcionado ao Ensino Fundamental, apontando alguns aspectos técnicos e educacionais que devem ser considerados para o julgamento dessa qualidade.

Abstract. In mathematics teaching, the computer, for being a logical and symbolic tool, can contribute to children's understanding of representative symbolic, linguistic and/or numerical systems. But using this tool in classroom is not an easy task, and it depends on the chosen teaching methodology, as well as on the chosen software. This paper presents an instrument for evaluating the quality of an educational software product in mathematics, for elementary and middle levels. We point out some technical and educational aspects which should be considered on the judgement of software quality.

1. Introdução

Os computadores têm-se apresentado de forma cada vez mais freqüente em todos os níveis da educação. Sua utilização nas aulas de Matemática das séries do Ensino Fundamental pode ter várias finalidades, tais como: fonte de informação; auxílio no processo de construção de conhecimento; um meio para desenvolver autonomia pelo uso de softwares que possibilitem pensar, refletir e criar soluções. O computador também pode ser considerado um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que possibilita o desenvolvimento de um trabalho que se adapta a distintos ritmos de aprendizagem e favorece a que o aluno aprenda com seus erros.

¹ O trabalho que fundamentou este artigo foi desenvolvido no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo – IME/USP, com apoio financeiro da FAPESP.

Por outro lado, o bom uso que se possa fazer dessa ferramenta na sala de aula depende tanto da metodologia utilizada, quanto da escolha de softwares, em função dos objetivos que se pretende atingir e da concepção de conhecimento e de aprendizagem que orienta o processo.

Em se tratando da Matemática, ensiná-la tem sido uma tarefa difícil. A dificuldade pode estar, segundo Machado [Machado 1987], no fato de se passar uma imagem de que a Matemática é, por excelência, o lugar das abstrações, enfatizando-se seus aspectos formais e divorciando-a da realidade, tanto para quem aprende como para quem ensina. A tecnologia, em especial o computador, se utilizado de forma adequada, pode contribuir para a criação de um cenário que ofereça possibilidades para o aluno construir uma ponte entre os conceitos matemáticos e o mundo prático [Magina 1998].

É preciso que o professor defina objetivos e domine bem as atividades que propõe, seja qual for o recurso escolhido para utilizar em sua aula. Com o software não é diferente e ele deve estar atento para o fato de que o uso desta ferramenta computacional exige muito dos educadores. Portanto, é necessária uma análise criteriosa que permita, antes, a escolha e, depois, a mais adequada utilização desta ferramenta [Saraiva 1998]. E, para isto, não basta que saiba “como mexer no computador” e lidar com softwares, mas, sim, que compreenda quais são as vantagens de sua utilização para a organização do pensamento e a sociabilização da criança [Pinto 1999]. Um outro fator importante para a adequada exploração de tais recursos é que a escola se conscientize de que a Informática não pode ficar restrita a um “responsável pelo laboratório”, mas faça parte das disciplinas, numa abordagem interdisciplinar, fornecendo condições para sua efetiva utilização por parte dos professores e alunos [Lopes, Pinto and Veloso 1998].

Nosso objetivo com este artigo é contribuir na linha de qualidade dos produtos. Propomos aos professores ou especialistas em educação, um instrumento para avaliar a qualidade de um produto de software educacional, a ser utilizado no ensino de Matemática das séries do Ensino Fundamental. Apontamos alguns aspectos que devem ser considerados para o julgamento de sua qualidade, baseando-nos em aspectos técnicos e também educacionais.

2. A Informática no Ensino Fundamental de Matemática

Um grande desafio do educador matemático, hoje, é o de trabalhar com os seus alunos a habilidade de pensar matematicamente, de forma a tomar decisões, baseando-se na inter-relação entre o sentido matemático e o situacional do problema [Magina 1998].

O uso da tecnologia computacional tem trazido uma mudança no perfil dos profissionais mais requisitados no mercado de trabalho, com maior valorização do indivíduo que tem flexibilidade em aprender e de adaptar-se a mudanças cada vez mais rápidas [Frant 1998]. Segundo Magina [Magina 1998], colaboram com esta característica: as possibilidades de *feedback* imediato, de simulação de situações e fenômenos, a facilidade de construção e reconstrução de gráficos, a capacidade de movimentação de figuras na tela de um computador, ou até mesmo o uso de códigos de comando por meio de ordens claras, diretas e lógicas. Assim sendo, estas novas exigências indicam transformações no modo de pensar e resolver problemas dos indivíduos, as quais a realidade escolar não poderá ignorar.

Essas preocupações já foram apresentadas às organizações escolares através dos PCN [PCN 1997], segundo os quais o computador é apontado como um instrumento que traz versáteis possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, seja pela sua destacada presença na sociedade moderna, seja pelas possibilidades de sua aplicação neste processo. Tudo indica que, por ser um instrumento lógico e simbólico, pode vir a contribuir muito para que a criança, já no Ensino Fundamental, aprenda a lidar com sistemas representativos simbólicos, lingüísticos e/ou numéricos. Assim, pode não apenas consolidar a construção de conceitos como o de número, mas também construir o alicerce da inteligência mais abstrata que virá depois, ou seja, a inteligência formal propriamente dita, que é a que vai trabalhar com os possíveis, com as hipóteses, com as deduções.

Mas a utilização do computador pode também apresentar aspectos considerados negativos [Gladcheff, Oliveira and Silva 2001]. Um deles, num enfoque psicopedagógico, está relacionado ao referencial de contato com a realidade. Entendemos que, quanto menor a criança, maior deve ser o contato com o concreto, com o físico, com aquilo que ela pode manipular. O trabalho com o virtual deve ser introduzido aos poucos e esta passagem nunca poderá ameaçar o estágio de manipulação concreta. Um outro risco do computador é a criança entrar no virtual via fuga, e não via criatividade, ou seja, ela pode se utilizar do computador como um instrumento de refúgio, para se esconder de situações sociais ou mesmo do medo de perder em um jogo ou errar, pois, para ela, o computador pode não ser considerado como ameaça.

Ao pensarmos no computador como ferramenta para auxiliar no ensino, mais especificamente no de Matemática, estamos nos referindo aos aplicativos que usamos com a finalidade de nos ajudar no processo de ensino-aprendizagem desta disciplina. Desta forma, é preciso que o educador procure aspectos considerados positivos nestes aplicativos, a fim de que realmente se constituam em facilitadores para uma aprendizagem significativa, dentro dos objetivos definidos pelo educador e a escola.

Ressaltamos que um fator importante na determinação desses aspectos positivos está intimamente relacionado às concepções do professor sobre conhecimento e sobre o processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, numa orientação pedagógica mais construtivista [Misukami 1986] do processo, serão mais efetivos os aplicativos que permitam uma grande interação do aluno com os conceitos ou idéias da Matemática, direcionando-o a descobertas e a inferir resultados, com a possibilidade de testar suas hipóteses. Aplicativos abertos que permitam ao aluno criar situações-problema [PCN 1997], de acordo com sua realidade cultural e explorá-los ativamente, teriam um papel importante neste tipo de concepção, mas, no que se refere ao Ensino Fundamental, estes ainda são bastante raros no mercado. Por outro lado, essas características construtivistas ficam muito pouco exploradas em softwares do tipo “exercício e prática”, que podem ser interessantes em situações de reforço da aprendizagem, mas que utilizados isoladamente, não permitem grandes explorações das idéias matemáticas aí envolvidas.

Desse modo, observamos que o educador deve estar consciente de quais concepções eleger para orientar o processo de ensino que irá conduzir.

3. Avaliação da qualidade de um produto de software educacional de Matemática, direcionado ao Ensino Fundamental

Um Produto de Software é definido pela norma ISO/IEC 9126-1 [ISO9126-1 1997] como "uma entidade de software disponível para liberação a um usuário" e, Qualidade de Software é definida como "a totalidade das características de um produto de software que lhe confere a capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas". Em geral, as necessidades explícitas são expressas na definição de requisitos propostos pelo produtor e as necessidades implícitas são aquelas que podem não estar expressas nos documentos do produtor, mas que são necessárias ao usuário.

As características de funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade foram estabelecidas pela Norma ISO/IEC 9126, publicada em 1991, como um conjunto de atributos para se avaliar e descrever a qualidade de um produto de software genérico. Na Tabela 3.1, cada característica é descrita segundo esta norma.

<i>Característica</i>	<i>Descrição</i>
Funcionalidade	Evidencia que o conjunto de funções atende às necessidades explícitas e implícitas para a finalidade a que se destina o produto.
Usabilidade	Evidencia a facilidade de utilização do software.
Confiabilidade	Evidencia que o desempenho se mantém ao longo do tempo em condições estabelecidas.
Eficiência	Evidencia que os recursos e os tempos envolvidos são compatíveis com o nível de desempenho requerido para o produto.
Manutenibilidade	Evidencia que há facilidade para correções, atualizações e alterações.
Portabilidade	Evidencia que é possível utilizar o produto em diversas plataformas com pequeno esforço de adaptação.

Tabela 3.1 – Características da Qualidade de Software segundo a ISO/IEC 9126-1 [Tsukumo et al 1997]

Mas a “Avaliação da Qualidade do Software Educacional” coloca em cena outros elementos, além das características anteriormente propostas pelas normas técnicas, pois a incorporação desses aplicativos só se justifica na medida em que possibilite um avanço qualitativo nos processos de ensino e aprendizagem, concorrendo para uma educação transformadora.

A perspectiva, na avaliação de software educacional, é a de valorizar fundamentalmente o aspecto educacional, submetendo a ele os demais critérios de apuração de sua qualidade. Além disso, há que se considerar que é o professor quem realiza a escolha desse software e, em geral, não está familiarizado com tantos critérios técnicos.

No ponto de vista psicopedagógico, um software usado para fins educacionais, no Ensino Fundamental, deve levar em conta características formais (se ele está ajudando a criança a desenvolver sua lógica, a raciocinar de forma clara, objetiva, criativa) e também aspectos de conteúdo (se a temática desenvolvida por ele tem um significado atraente para a realidade de vida da criança).

O instrumento de avaliação apresentado neste artigo permite que o professor reflita se um software usado para o ensino da Matemática [PCN 1997] pode também: vir a ser utilizado dentro de uma abordagem com temas transversais; explorar a relação dos conceitos matemáticos trabalhados com outros conceitos da própria Matemática e/ou de outras disciplinas; interagir o conhecimento explorado com a realidade do aluno, a fim de que ele compreenda a Matemática como parte de sua vida cotidiana; contribuir para a estimulação da curiosidade e fantasia da criança; entre outros.

Dentre os vários autores que vêm estudando questões relativas à avaliação do software educacional, citamos Carraher [Carraher 1990], que especifica alguns comportamentos desejáveis em um software educacional; Leite [Leite, Fernandes and Omar 1996], que propõe aspectos relacionados à avaliação de um sistema de tutoria inteligente; e Cristóvão [Cristóvão 1997], que discute quatro aspectos que influem na avaliação de um software educacional (computacional, conteúdo, de interface e cognitivo).

O instrumento aqui proposto, porém, acrescenta a possibilidade de observação de características particulares aos softwares educacionais de Matemática direcionados ao Ensino Fundamental, embora nem todos os aspectos enfocados sejam exclusivos da Matemática.

Gostaríamos de ressaltar que os aspectos aqui abordados estão ligados tanto aos novos rumos da educação, com reflexões construtivistas (no que diz respeito à contextualização do conteúdo, resolução de problemas, interatividade e outros), como aos pontos positivos de outras correntes pedagógicas existentes (memorização, compreensão e outros).

Como já mencionamos anteriormente, ao levar em conta suas concepções pedagógicas, o educador poderá classificar mais positivamente um ou outro tipo de software. Se possuir uma postura “behaviorista” [Misukami 1986], talvez se importe mais com o aspecto sequencial dos conteúdos no software, ou com a impossibilidade de erros, o reforço positivo para o acerto, o reforço negativo para o erro da criança, entre outros. Possuindo uma concepção mais ligada ao “construtivismo” [Misukami 1986] irá priorizar questões que se referem ao potencial que o software fornece para o levantamento de hipóteses, às escolhas de caminhos diferenciados, à contextualização na apresentação do conteúdo, etc. A maneira como o software vai contribuir para o aprendizado da criança depende bastante dos objetivos e planejamento traçados pelo educador. Até mesmo softwares educacionais que possuem um aspecto behaviorista, como por exemplo alguns tutoriais (instrução programada), ou softwares do tipo exercício e prática (repetição), podem ser usados de maneira criativa e de modo a desenvolverem a construção de conhecimento por parte dos alunos, quando introduzidos no momento adequado.

Embora o instrumento de avaliação de software educacional de Matemática, aqui apresentado, não se prenda a nenhuma corrente pedagógica específica, é importante que o educador esteja atento a estes fatores, de ordem subjetiva e teórica, que lhe influenciam as escolhas de aplicativos como adequados sob o ponto de vista pedagógico.

Um produto resultante de recentes investigações a esse respeito, por Gladcheff [Gladcheff 2001], foi um “Questionário para Avaliação Geral da Qualidade do Produto de Software Educacional de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental”, utilizando-se o paradigma “*Goal/Question/Metric-GQM*”, proposto por Victor Basili [Basili and Rombach 1988], para a avaliação de produtos e processos na área de Engenharia de Software. Neste trabalho, os PCN’s foram amplamente utilizados, assim como as heurísticas de usabilidade de um produto de software, propostas por Jacob Nielsen [Nielsen 1994], um especialista na área de usabilidade.

Neste artigo, apresentamos os principais aspectos abordados nesse questionário. Destacamos que, apesar do trabalho original [Gladcheff 2001] ter abordado cinco modalidades distintas de software educacional (tutorial, simulação, sistema hipermídia, exercício e prática, jogo pedagógico), aqui iremos descrever, a título de ilustração, aspectos relacionados ao último tipo. Também descrevemos uma breve análise de alguns resultados obtidos com a aplicação do questionário junto a professores do Ensino Fundamental de Matemática.

3.1 A modalidade de software educacional contemplada em nossa proposta de avaliação

Na última década, a disciplina de Engenharia de Software Educativo e seu campo de ação tornaram-se um dos domínios de trabalho interdisciplinar mais desafiadores [Galvis-Panqueva 1997]. Esta disciplina refere-se à criação de ambientes educativos computadorizados a serem utilizados no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas curriculares. Dentro desta perspectiva, a modalidade de software educacional, direcionado ao ensino de Matemática para as séries do Ensino Fundamental, que contemplamos neste artigo, é o jogo pedagógico e, também, aspectos inseridos em um software educacional genérico.

A pedagogia por trás dos jogos pedagógicos é a exploração auto-dirigida, ao invés da instrução explícita e direta. Com os jogos, aprende-se partindo da vivência lúdica e da reflexão sobre a mesma, que, do ponto de vista da criança, constituem a maneira mais divertida de aprender. O enfoque de diversão é ressaltado neste tipo de software, onde a idéia é levar a criança a trabalhar conceitos teóricos/matemáticos durante a prática do jogo. Neste contexto, a criança se torna mais receptiva e motivada para assimilar o conhecimento abordado. A técnica do jogo pode ser também associada a outras modalidades.

3.2 Aspectos a serem verificados em qualquer software educacional de Matemática do Ensino Fundamental

Dentro do objetivo de analisar um produto de software educacional de Matemática, direcionado ao Ensino Fundamental, sob a ótica de um professor e/ou especialista da área educacional, entendemos que os seguintes aspectos devem ser abordados:

3.2.1. Aspectos Técnicos

a) Documentação de Usuário/Manual do Usuário (Impresso ou on-line):

- ⇒ deve possuir instruções corretas e de fácil compreensão para instalação e desinstalação do produto;
- ⇒ todas as funções e/ou atividades que o software executa devem estar descritas na documentação, de maneira simples e compreensível;
- ⇒ a documentação não deve possuir erros gramaticais;
- ⇒ os termos utilizados devem estar no mesmo idioma que os usados na interface do produto e as mensagens devem ser explicadas.

b) Software:

- ⇒ os requisitos necessários de hardware e software devem ser compatíveis com os requisitos do computador a ser utilizado e com os softwares nele instalados;
- ⇒ deve ser de fácil instalação e desinstalação;

- ⇒ as funções disponíveis devem ser suficientes para realizarem as tarefas pelas quais o produto se propõe e quando são ativadas, devem executar exatamente o que é esperado;
- ⇒ caso o professor julgue necessário, o software deve possuir recursos para acesso seletivo, como senhas, e não deve apresentar falhas;
- ⇒ o produtor deve fornecer suporte técnico e manutenção do produto.

3.2.2. Aspectos Pedagógicos Gerais

O professor/educador poderá observar as seguintes questões:

a) Quanto aos objetivos:

- ⇒ especificar os objetivos que pretende alcançar em relação à Matemática, utilizando o produto como ferramenta de auxílio (após sua avaliação, deve refletir se os objetivos poderão ser alcançados e se encaixam-se com as propostas pedagógicas da escola);
- ⇒ verificar se o software possui “pelo menos” um dos itens: Projeto ou Manual Pedagógico/Plano de Ensino/Proposta Educacional;
- ⇒ se o software explora o conhecimento matemático dentro da realidade do aluno, a fim de ele compreenda a Matemática como parte de sua vida cotidiana;
- ⇒ se o software valoriza a troca de experiências entre os alunos e o trabalho cooperativo;
- ⇒ verificar se o software valoriza diferentes formas e compreensão na resolução de situações-problema por parte do aluno;
- ⇒ se expõe situações onde a criança valoriza e usa a linguagem Matemática para expressar-se com clareza e precisão;
- ⇒ se o software valoriza o progresso pessoal do aluno e do grupo.

b) Quanto à usabilidade:

- ⇒ verificar se o tipo de interface é adequada à faixa etária a que o software se destina;
- ⇒ se as representações das funções são de fácil reconhecimento e utilização;
- ⇒ se as orientações dadas pelo software sobre sua utilização são claras e fáceis de serem entendidas;
- ⇒ se a quantidade de informação em cada tela é apropriada à faixa etária a que se destina o software, se é homogênea, de fácil leitura e não possui erros;
- ⇒ se o software possui saídas claras de emergência, para que o aluno possa deixar um estado não desejado, quando escolheu erroneamente uma função, sem que o fluxo do diálogo e sua continuidade sejam prejudicados;
- ⇒ se a animação, o som, as cores e outras mídias são utilizadas com equilíbrio, evitando poluição “sonora” e/ou “visual”;
- ⇒ se a interface possui “sistema de ajuda” e permite que o aluno recorra a ele em qualquer tela que se encontre.

c) Quanto aos conceitos:

- ⇒ verificar se os conceitos matemáticos que pretende trabalhar com seus alunos estão disponíveis no software. E, caso trate de conceitos que o professor não pretende trabalhar no momento, o produto deve permitir que este conteúdo seja desconsiderado pelo professor naquele momento;
- ⇒ refletir sobre a possibilidade dos conceitos matemáticos trabalhados pelo software serem relacionados com outros conceitos da Matemática e/ou de outras disciplinas;
- ⇒ refletir sobre a possibilidade de o software vir a ser utilizado dentro de uma abordagem com temas transversais;
- ⇒ verificar se a forma de abordagem é compatível com as concepções do professor.

d) Praticidade :

- ⇒ caso julgue necessário, o professor deve verificar se o produto possui uma versão para ser utilizado em rede e se seu preço é compatível com o orçamento da escola;
- ⇒ verificar se o produtor recolhe sugestões e/ou reclamações tanto por parte do professor quanto do aluno.

3.3 Alguns aspectos a serem verificados no software educacional de Matemática do tipo jogo pedagógico, do Ensino Fundamental

Apresentamos nesta seção um conjunto de aspectos específicos ao tipo de produto, segundo a modalidade descrita na seção 3.1, o jogo pedagógico.

a) Objetivo Educacional / Vocabulário / Conceitos Matemáticos :

- ⇒ verificar se o jogo possui um objetivo educacional matemático e se trabalha os aspectos necessários para atender ao objetivo proposto;
- ⇒ se sua linguagem está em um nível de compreensão para o aluno e se os conceitos matemáticos embutidos estão corretos.

b) Conteúdo :

- ⇒ verificar se o jogo leva em conta o que a criança pode (ou não) conhecer, estando de acordo com a faixa etária a que se destina e se trata do que o professor pretende trabalhar com as crianças no momento;
- ⇒ se contribui para despertar o interesse do aluno pelo assunto matemático a ser trabalhado;
- ⇒ se apresenta uma síntese do que foi trabalhado, após o término de cada sessão.

c) Usabilidade :

- ⇒ se os objetivos do jogo e as etapas a serem atingidas são claros e estão no nível de compreensão do aluno;
- ⇒ se permite que “sessões” interrompidas sejam reiniciadas a partir do “ponto de parada”, se assim o desejar.

d) Interatividade :

- ⇒ verificar se o jogo apresenta uma grande interação com o aluno e se possui “detalhes” em que a criança possa explorar o conhecimento matemático.

e) Desafio :

- ⇒ se o jogo é inteligente e não subestima a criança;
- ⇒ se possui dificuldades gradativas adequadas, caminhando do “básico” ao “profundo” de forma suave;
- ⇒ se possui uma lógica interna desafiadora que, depois de descoberta, seja fácil de ser dominada pelo aluno;
- ⇒ na apresentação dos desafios, verificar se o jogo utiliza ao máximo os recursos da máquina (som, imagem, animação, etc) e permite que o aluno desenvolva estratégias de ação que lhe permitam ganhar com mais frequência e/ou facilidade.

f) Aspectos Lúdicos:

- ⇒ verificar se oferece situações realistas relacionadas a situações Matemáticas, de forma natural e lúdica;
- ⇒ se a Matemática está ligada ao assunto do jogo de forma intrínseca e não superficial;
- ⇒ se permite que o aluno perceba que está “trabalhando com Matemática”.

g) Aspectos Psicopedagógicos :

⇒ se o jogo, de alguma forma, motiva o questionamento na criança, estimula sua fantasia e sua curiosidade.

h) *Feedback*:

⇒ quando o aluno erra, verificar se o *feedback* é agradável, não constrangedor;

⇒ se as respostas das crianças são verificadas corretamente, possibilitando um reforço positivo em momentos adequados;

⇒ se o *feedback* emitido permite que o aluno reflita sobre seu erro e tente corrigi-lo sem intervenção ostensiva do professor.

i) Desempenho do Aluno:

⇒ verificar se o jogo oferece *feedback* do progresso do aluno durante o seu uso e se oferece um resumo de seu desempenho global, no final de sua utilização.

j) Exercícios: Caso o jogo ofereça exercícios durante sua utilização, os seguintes aspectos podem ser verificados

⇒ se são representativos da realidade do aluno, sempre que possível;

⇒ se os enunciados permitem que o aluno entenda o que está sendo pedido;

⇒ se há uma relação entre as atividades/jogadas realizadas durante o jogo e os exercícios propostos.

j) Apresentação de Problemas : Caso o jogo aborde o conhecimento matemático com o objetivo de ser aplicado na resolução de problemas rotineiros e não rotineiros, os seguintes aspectos podem ser verificados

⇒ se o jogo os propõe de forma envolvente e desafiadora, de acordo com a faixa etária a que se destina;

⇒ se propõe problemas significativos e se possibilita a formulação de hipóteses por parte do aluno;

⇒ se permite vários caminhos para a solução e se o esquema utilizado para guiar a criança à resolução é adequado.

4. A investigação feita com os professores

Através do CAEM-USP (Centro de Aperfeiçoamento do Ensino de Matemática – IME – USP), selecionamos quatorze professores do Ensino Fundamental que se prontificaram a realizar avaliações de alguns softwares mais usados nas escolas, utilizando questionário proposto [Gladcheff 2001], com questões similares aos itens acima. Dentre estes professores, apenas quatro realizaram as avaliações em seu próprio computador, em casa, e outros quatro efetuaram a avaliação na Universidade de São Paulo (Instituto de Matemática e Estatística – IME-USP). Cada um deles avaliou exatamente um software direcionado ao ciclo do Ensino Fundamental em que leciona, respondendo ao questionário.

Essa rápida investigação com os professores revelou alguns fatores técnicos que havíamos proposto no questionário original e que não necessariamente são importantes na avaliação de um software educacional, sob a ótica do professor (por exemplo, questões relativas à análise da embalagem do produto, uma vez que estas apresentam maior relevância a seus desenvolvedores).

Sete, dentre os oito professores que participaram desse experimento, consideraram esse instrumento como um importante apoio para a avaliação de um

software educacional de Matemática. Destacaram aspectos positivos de sua utilização, como a objetividade, a facilidade de uso (proporcionada pelo apoio do glossário de termos técnicos incluídos no questionário original), a abrangência dos pontos a serem observados no produto, inclusive quanto à usabilidade da interface do mesmo. A grande maioria afirmou que não se lembraria de vários aspectos técnicos e educacionais apresentados pelo questionário, ou se teria fixado em alguns detalhes, perdendo a objetividade da avaliação.

Essa primeira experiência com os professores forneceu alguns indicativos de como o instrumento de avaliação proposto poderia ter maior eficácia, em termos educacionais. Nossa recomendação é que este seja utilizado pelo professor com antecedência, bem antes que ele desenvolva as atividades com seus alunos, em sala de aula, já a partir da escolha do software. Isto porque deverá ter bastante claro quais são as concepções pedagógicas que sustentam suas práticas e como a utilização de uma ferramenta computacional poderá auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, o professor deve experimentar pela primeira vez o software, paralelamente ao uso do instrumento de avaliação aqui proposto, para somente depois planejar suas atividades de ensino e, então, utilizá-lo com seus alunos. Pensamos que a antecedência da avaliação sistemática do software educacional pode auxiliar na previsão de outras metodologias e desafios a serem incorporados na sala de aula, com esta nova ferramenta.

5. Comentários finais

As questões levantadas com a elaboração do instrumento, aqui proposto para a avaliação da qualidade de software, revelaram-se muito importantes para promover a reflexão do professor de Matemática, ou do especialista em educação, sobre suas concepções pedagógicas e sobre os diversos aspectos envolvidos na utilização de uma inovação tecnológica em sala de aula. Dentre estes aspectos, podemos citar a adequação de se trabalhar com atividades lúdicas computacionais, ou outras que envolvam a realidade do aluno, mas que, além disso, incorporam uma nova atitude diante do uso das modernas tecnologias. Estas passam a ter, não apenas o caráter de ferramentas que possam servir a especialistas em computação, mas também que se inserem dinamicamente nos processos de ensino e aprendizagem objetivados pela educação escolar.

Vimos que, sem as questões propostas pelo questionário, seria difícil para o professor pensar em todos os aspectos técnicos ou educacionais envolvidos nessa análise, uma vez que ele, não sendo um especialista em qualidade de software, poderia perder-se em detalhes da utilização do produto que o fizessem distanciar-se dos objetivos pedagógicos anteriormente previstos.

Com o instrumental aqui apresentado, uma avaliação de produtos de software educacional pode ser realizada de maneira sistemática, a fim de que seja reconhecido o quanto aplicável um produto pode ser, dentro dos objetivos traçados. Obviamente, o professor não fica dispensado de fornecer o parecer final, uma vez que terá que levar em conta as suas próprias concepções pedagógicas e a organização escolar em que se insere. Entretanto, sem um instrumental deste tipo, esta tarefa do professor/ educador pode ficar um tanto mais complexa, o que, muitas vezes, tem se caracterizado como empecilho à utilização de aplicativos na sala de aula.

Bibliografia

- Basili, V.R. and Rombach, H.D. (1988) "The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments", IEEE Transactions on Software Engineering, SE-n.14, v.6.
- Carragher, D.W. (1990) "O Que Esperamos do Software Educacional", Acesso, São Paulo, Ano 2, n.3, Jan/Jul, p.32-36.
- Cristóvão, H.M. (1997) "Um Modelo para Avaliação de Softwares Educativos". In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, São José dos Campos, SP. Anais.
- Frant, J.B. (1998) "Tecnologias e Educação Matemática", Educação Matemática em Revista, SBEM, n.6, ano 5, p.19-20.
- Galvis-Panqueva, A.H. (1997) "Software Educativo Multimídia: Aspectos Críticos no seu Ciclo de Vida", Revista Brasileira de Informática na Educação, Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis, SC, Setembro, p.9-18.
- Gladcheff, A.P., Oliveira, V.B. and Silva, D.M. (2001) "O Software Educacional e a Psicopedagogia no Ensino de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental", Revista Brasileira de Informática na Educação, Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis, SC, Abril, p.63-70.
- Gladcheff, A.P. (2001) "Um Instrumento de Avaliação da Qualidade para Software Educacional de Matemática". São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.
- ISO9126-1. (1997) International Organization for Standardization. "Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 1: Quality characteristics and sub-characteristics". ISO/IEC 9126-1 (Committee Draft).
- Leite, A.S., Fernandes, C.T. and Omar, N. (1996) "Avaliação de Sistemas de Tutoria Inteligente". In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, UFMG, Belo Horizonte, MG. Anais. p. 313-25.
- Lopes, R.C.W., Pinto, S.A.M. and Veloso, A.F. (1998) "A Informática como Instrumento na Prática Psicopedagógica (Institucional e Clínica)", Revista de Psicopedagogia, v.17, n.44.
- Machado, N.J., Matemática e Realidade, Cortez, 1987.
- Magina, S. (1998) "O Computador e o Ensino da Matemática", Tecnologia Educacional, v.26, n.140, Jan/Fev/Mar.
- Misukami, M.G.N., Ensino: As Abordagens do Processo. São Paulo: E.P.U., 1986.
- Nielsen, J. (1994) "Heuristic Evaluation". In: Usability Inspection Methods. John Wiley, New York.
- PCN (1997) Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática - Ensino de 1ª à 4ª série e 5ª à 8ª série. Brasília: MEC/SEF.
- Pinto, M.A.L. (1999) "Computadores X Educadores", Revista de Psicopedagogia, v.18, n.47.
- Saraiva, T. (1998) "Inovações na Educação Brasileira: "Um Salto para o Futuro"", Tecnologia Educacional, v.26, n.140, p. 46-52, Jan/Fev/Mar.

Tsukumo, A.N., et al (1997) “Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software”. In: VIII CITS - CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE: QUALIDADE DE SOFTWARE, Curitiba, Paraná, Brasil. Anais.