

# **A Relação entre Aspectos Ergonômicos de um Site que Trate de Provas e Demonstrações Matemáticas e a Aprendizagem dos Assuntos nele Disponibilizados<sup>1</sup>**

**Marco Aurélio Kalinke**  
**Orientador: Dr. Saddo Ag Almouloud**  
**Doutorado em Educação Matemática**  
**PUC-SP**

## **1. Introdução**

A utilização de recursos tecnológicos<sup>2</sup> como elementos diferenciais nas atividades escolares, vem se constituindo num profícuo campo de estudos dentro da Educação Matemática. Desde a invenção dos computadores, e sua entrada no mercado a preços compatíveis – ainda que não acessíveis a todos – muitos educadores têm desenvolvido atividades e propostas, visando a sua incorporação nos processos educacionais.

Dentre as novas tecnologias, a *Internet* tem se destacado e se mostrado de grande aplicabilidade em atividades educacionais. Ela vem se consolidando como uma poderosa ferramenta de auxílio ao professor e uma importante fonte de pesquisa e estudo aos alunos.

Para ser bem sucedida, a utilização de novas tecnologias nos processos educacionais precisa estar apoiada em fundamentos consistentes. As discussões sobre os benefícios e problemas decorrentes do uso da *Internet*, bem como quais as novas possibilidades relacionadas à cognição e aprendizagem que ela pode trazer não podem ser relegadas a um segundo plano. Estas discussões são fundamentais para aqueles que desejam utilizar os recursos tecnológicos e entre eles a *Internet*, com sucesso em suas atividades pedagógicas.

Na Educação Matemática o uso de computadores nos processos educacionais também tem merecido estudos profundos, que conduzem à referências bastante favoráveis. Segundo Laborde e Capponi (1994) os ambientes interativos de aprendizagem com computador podem servir à constituição de ambientes organizados visando à aprendizagem, pois eles oferecem uma possibilidade de confrontação longa e repetida com uma situação-problema e uma dualidade de ação e de *feedbacks* do dispositivo para as produções dos alunos.

---

<sup>1</sup> O presente trabalho encontra-se em fase inicial de desenvolvimento na PUC-SP.

<sup>2</sup> As expressões “recursos tecnológicos” e “novas tecnologias” presentes neste texto referem-se a computadores, calculadoras gráficas, *Internet*, sensores e tecnologias similares.

No tocante à utilização de computadores como ferramenta para o ensino ou a aprendizagem de provas e demonstrações matemáticas as discussões também apontam para uma inserção mais efetiva desta tecnologia. Inicialmente contestado, o computador acabou aceito também neste campo da Matemática, como relata Domingues (2002, p. 65): “Mas em meio a esse domínio do formalismo do século XX, acabou se insinuando no terreno da demonstração matemática um estranho no ninho, o computador, para constrangimento dos mais puristas”. Segundo o mesmo autor (Domingues, 2002 p. 66):

Mas com a ciência cada vez mais dependente do computador e com os matemáticos não podendo se isolar cientificamente, objeções como essa não poderiam vingar e a tendência é desaparecerem. A verdade é que os métodos matemáticos, por mais que sejam apurados, parecem não poder tudo e portanto deixam vazios que precisam ser preenchidos pela argúcia dos matemáticos e por métodos mais amplos de busca da verdade.

A incorporação da *Internet* em processos pedagógicos ocorre em virtude de suas características próprias, que podem auxiliar as atividades escolares. A relação de benefícios que ela pode trazer aos processos pedagógicos contempla uma gama extensa de tópicos, que vai da facilidade para a pesquisa, passando pela participação em cursos virtuais, visita a *sites* interativos, comunicação dinâmica, publicação de materiais e a prática da leitura em línguas estrangeiras. D'Eça (1998), observa ainda que a *Internet* abre e alarga horizontes, permite desenvolver a capacidade de resolução de problemas e encaminha os alunos para a educação/formação contínua. Para Heide e Stilborne (2000, p. 23), a *Internet*, enquanto ferramenta pedagógica, auxilia o processo de construção e produção de conhecimento:

Utilizando a *Internet* como uma ferramenta, os alunos podem explorar ambientes, gerar perguntas e questões, colaborar com os outros e produzir conhecimento, em vez de recebê-los passivamente.

A utilização adequada da *Internet* em processos educacionais, entretanto, necessita que os professores utilizem *sites* adequados aos seus alunos, a fim de organizar, direcionar e qualificar os trabalhos e atividades. A discussão do que venha a ser um *site* adequado é um dos aspectos que precisa ser melhor explorado e estudado.

Para contribuir com esta discussão, é necessário que os processos de construção de *sites* desenvolvam, embasados em critérios e teorias consistentes, ambientes que atendam às necessidades e especificidades dos assuntos propostos.

Estes processos de construção têm se constituído numa das principais discussões relacionadas à utilização da *Internet*. Como desenvolver *sites* em que a qualidade e adequabilidade a determinados assuntos propiciem ganhos pedagógicos, tem sido, para muitos

pesquisadores, uma questão a ser levantada. Com os educadores matemáticos não tem sido diferente. A definição de que estruturas devem ser analisadas e quais aspectos precisam estar presentes num *site*, a fim de que ele seja considerado adequado a atividades educacionais tem merecido discussões mais aprofundadas.

Elas apontam na direção de que, para construir *sites* adequados, é necessária uma análise pedagógica que precisa estar apoiada em critérios claros, objetivos e fundamentados em teorias consistentes.

Torna-se necessário, portanto, tomar cuidados que, quando observados, permitirão aos profissionais de ensino desenvolver *sites* educacionais que estarão em consonância com algumas características que lhes permitam ser explorados pelos alunos de tal forma a proporcionar avanços nos processos educacionais. Artigue (1994, p. 18), destaca a necessidade de cuidados no momento da utilização de recursos de informática nos processos de Educação Matemática.

É evidente que os ambientes tradicionais do ensino da Matemática são ambientes que podem ser ricos de componentes matemáticos, mas são, em geral, ambientes pobres em componentes externos. A entrada de ferramentas informáticas no sistema educativo vem corromper essa ordem das coisas. Ela cria assim problemas aos quais os professores não estão habituados e que seria perigoso querer subestimar.

Alguns autores têm se dedicado a indicar critérios para seleção e desenvolvimento de *softwares* e *sites* educacionais. Entre eles destacam-se Gamez (1998), Cybis *et al* (1999) e Oliveira, Costa e Moreira (2001). As listas de critérios por eles utilizadas podem indicar rumos e caminhos a seguir, na delimitação de características essenciais a *sites* educacionais de matemática. Todavia, é fundamental que uma relação de critérios esteja apoiada em teorias que possibilitem conjugar aspectos pedagógicos e técnicos. Para tanto, nossa opção é trabalhar com duas frentes teóricas que, a nosso entendimento, se complementam e inter-relacionam: a teoria construtivista e a teoria ergonômica. Na primeira encontram-se elementos que indicam caminhos a seguir para que a aprendizagem aconteça de forma efetiva. Na segunda, que caminhos seguir para disponibilizar as informações de modo que elas realmente contribuam para a aprendizagem.

Kalinke (2002), na tentativa de conjugar estas duas teorias, indica que um *site* deve disponibilizar ferramentas que possibilitem a interação; tratar os erros dos alunos como possibilidades para novas abordagens das questões; ser um ambiente dinâmico; disponibilizar ferramentas e tecnologias que possibilitem modelagens, simulações e inovações; apresentar

legibilidade; disponibilizar uma documentação; e privilegiar a navegabilidade. Este autor defende, assim como Cybis *et al* (1999) e Gamez (1998), entre outros, que os critérios ergonômicos, quando observados e adotados, auxiliam e favorecem, de modo geral, a aprendizagem.

É importante, contudo, verificar como acontece esta relação entre ergonomia e aprendizagem. É necessário estudar e entender de que forma características ergonômicas de *sites* educacionais de Matemática podem auxiliar nos processos de aprendizagem dos assuntos neles disponibilizados. Desta forma, a verificação de em que nível se dá esta relação, quais as variáveis envolvidas e quais os aspectos mais relevantes, num desenvolvimento ergonomicamente adequado, a fim de realmente oferecer subsídios para o favorecimento da aprendizagem, torna-se fundamental. Esta verificação pode auxiliar a confecção de uma proposta teórica, de base ergonômica construtivista, para o desenvolvimento de *sites* educacionais de Matemática.

Com base no que foi exposto até aqui, delimita-se o seguinte problema: de que forma os aspectos ergonômicos, em especial de legibilidade, documentação e navegabilidade de um *site* educacional de Matemática que disponibilize provas e demonstrações, podem contribuir para a aprendizagem dos assuntos nele disponibilizados?

## 2. Objetivos

Dentro do problema enunciado, será objetivo principal deste trabalho pesquisar como a ergonomia de um *site* educacional que disponibilize provas e demonstrações matemáticas, especialmente nos quesitos relativos à legibilidade, documentação e navegabilidade, pode contribuir, ou não, para a aprendizagem dos assuntos nele contidos, dando origem a uma teoria ergonômica construtivista para o desenvolvimento destes *sites*.

É objetivo secundário deste trabalho verificar como a *Internet* pode contribuir para a aprendizagem, bem como se os três quesitos relacionados são suficientes para que esta contribuição aconteça, ou se eles precisam ser complementados e aprofundados.

### 3. Revisão de Literatura

A *Internet* está se tornando um dos principais meios de comunicação e de divulgação de materiais educacionais. A *home-page* é a principal e mais popular porta de acesso a estes materiais. Soares e Neto (1999) afirmam que embora existam recursos tecnológicos para a criação de *home-pages*, não se constata melhorias quanto à apresentação e estruturação de seus tópicos, que muitas vezes estão mal encaminhados.

O desenvolvimento de *sites* de Matemática deve levar em consideração que apenas disponibilizar um determinado conteúdo ou informações pode não ser suficiente para que estes assuntos sejam bem assimilados. Deste modo, se faz necessário que sejam adotados procedimentos durante o desenvolvimento que levem em consideração outros aspectos, tais como a ergonomia e a forma de apresentação.

Segundo Oliveira, Costa e Moreira (2001), a elaboração de um material didático, inclusive com recursos tecnológicos, reflete a posição teórica dos seus autores em relação à como se dá o conhecimento. Sendo assim, é necessário que se adote uma base teórica que seja explicitada ao longo de todo o desenvolvimento, a fim de que esteja bem claro para qual público se destina o site em sua versão final.

Partindo destas premissas, toda prática pedagógica reflete uma certa concepção do que seja ensinar e aprender e de que as decisões que são tomadas para a condução do trabalho pedagógico refletem, constantemente, esta concepção. As características que devem ser observadas num *site* dizem respeito à forma pela qual ele se propõe a contribuir para o processo educacional dos seus usuários. Acreditamos, por opção e convicção, que é possível e desejável que *sites* educativos sejam desenvolvidos dentro de uma abordagem construtivista. A teoria epistemológica piagetiana pode, deste modo, auxiliar no desenvolvimento de *sites* educacionais de Matemática.

Segundo Kalinke (2002), para que um *site* seja utilizado em consonância com uma abordagem construtivista de aprendizagem, precisa apresentar algumas características, que dizem respeito:

1. à disponibilização de ferramentas de interação do aluno com o professor, dos alunos entre si e do aluno com o computador;

2. ao tratamento dado aos erros dos alunos, que devem ser entendidos como possibilidades de novas abordagens da questão, sob outros prismas e com novas formas de tratamento;
3. ao fato de o *site* ser um ambiente dinâmico, que possibilite a manipulação dos objetos, modificando sua condição de abstratos em concretos;
4. à disponibilização de ferramentas e tecnologias que possibilitem modelagens, simulações e inovações.

Adotando uma perspectiva construtivista de aprendizagem, Oliveira (1999, p. 156), afirma que “o computador pode ser visto como um excelente instrumento na prevenção e solução de problemas de aprendizagem”.

No trabalho com provas e demonstrações o computador também pode ser bastante útil. Lourenço (2002, p. 103), afirma, defendendo a utilização dos computadores neste campo da matemática, que:

... a melhor prova que se pode oferecer para alguém sobre qualquer tema, é o convencimento de que o fato é real. No caso da Matemática, (...), e a ferramenta poderosa que temos hoje à disposição – o microcomputador – o convencimento se torna mais fácil.

Este mesmo autor complementa (p. 105):

Além de servir, de maneira clara, para a exploração de resultados e para o incentivo de investigações, os *softwares* (e *sites*) educacionais podem sugerir caminhos para a realização de demonstrações desconhecidas, propondo artifícios que, muitas vezes, em demonstrações formais são necessários e de difícil compreensão.

Para que as informações estejam disponibilizadas de forma clara, com uma disposição espacial que lhes permitam ser controladas e que apresentem representações virtuais de forma coerente, se faz necessário que algumas características ergonômicas sejam observadas.

Gamez (1998), indica que a abordagem de desenvolvimento de um *site* de Matemática, apenas numa teoria educacional, é insuficiente. Não basta que ele disponibilize materiais e ferramentas para serem utilizadas nos processos de aprendizagem. É necessário que ele o faça de forma adequada.

O estudo da ergonomia de *sites* se preocupa com as características de disponibilização de informações de forma a permitir ao usuário utilizá-las com um mínimo de desgaste, direcionando sua capacidade intelectual apenas para os objetos de estudo, e não em como chegar até eles.

Pode-se entender ergonomia como sendo o estudo científico das relações entre homem e máquina, visando a uma segurança e eficiência ideais, no modo como um e outra interagem. Etimologicamente, o termo significa o estudo das leis do trabalho.

Para Cybis *et al* (1999), a ergonomia trata dos conhecimentos científicos do homem e de sua aplicação na concepção e construção de máquinas e ferramentas que garantam a facilitação de um desempenho global em determinado sistema. Ou seja, das condições que afetam diretamente uma situação de trabalho em seus aspectos técnicos, econômicos e sociais.

A observação da ergonomia dos *sites* pode fornecer condições elementares para que os processos educacionais aconteçam. Do mesmo modo que o giz e o quadro-negro são elementos importantes num ambiente de aulas tradicionais, a ergonomia é fundamental num ambiente informatizado. Segundo Kalinke (2002, p. 110):

Desta forma, a ergonomia se constitui numa espécie de “pano de fundo”, necessário para que as atividades construtivistas do *site* sejam bem sucedidas. Assim como numa sala de aula tradicional temos necessidade de carteiras, quadro-negro, giz e demais ferramentas, que se tornam peças fundamentais para os processos educacionais, num *site* educacional os seus aspectos ergonômicos constituem estas ferramentas. Elas não são, por si só, responsáveis pela aprendizagem, mas dão subsídios e condições técnicas adequadas para que ela ocorra.

Verifica-se que em muitos dos *sites* hoje disponíveis não há uma preocupação com critérios ergonômicos na construção e elaboração das páginas. As informações estão apenas “colocadas” dentro delas, sem maiores preocupações com, por exemplo, a usabilidade<sup>3</sup>, legibilidade e navegabilidade.

Os usuários de computadores têm freqüentemente se deparado com dispositivos cada vez mais sofisticados. Souza (1998), defende que é necessário envolver a ergonomia na concepção desses dispositivos, em vez de tentar corrigir problemas quando eles já estão em pleno uso.

Para Furtado (1999), as recomendações ergonômicas permitem determinar a melhor maneira como as informações devem ser mostradas ao usuário, durante sua interação com o sistema. Dois exemplos de recomendações que ilustram este fato são as que indicam que se deve mostrar somente as informações mais necessárias e de permitir ao usuário controlar o diálogo com o sistema.

---

<sup>3</sup> Segundo o Cybis *et al* (1999): “trata-se de uma propriedade da interface homem computador que confere qualidade a um *software* [*site*], referindo-se à qualidade de uso do produto”.

A observação de conceitos da ergonomia no desenvolvimento de *sites* educacionais pode auxiliar o desenvolvimento de vários processos cognitivos. A forma como se processa a interação homem-computador é um dos tópicos principais no estudo da utilização das ferramentas que estão sendo desenvolvidas na área da informática.

Esta interação se dá, na maioria dos casos, através das interfaces homem-computador. Por interface entende-se um dispositivo que serve de limite comum a duas entidades comunicantes que se exprimem numa linguagem específica, que além de assegurar a conexão física, deve permitir a tradução de uma linguagem para outra. A interface homem-computador é a que estabelece a conexão entre a imagem externa do sistema e o sistema sensório motor do homem.

A interface homem-computador estuda as dificuldades relacionadas com a relação existente entre o homem e a máquina, tendo como objetivo último o alcance de um equilíbrio entre conforto, segurança e eficiência do utilizador, face aos produtos e ferramentas informatizadas. Para Gamez (1998, p. 2):

A ergonomia de interação homem-computador pode ser aplicada a qualquer dispositivo interativo, e sua conseqüente relação com o grau de satisfação do utilizador, irá determinar a qualidade ergonômica do dispositivo.

Os objetivos do desenvolvimento ergonômico de um *site* educacional são proporcionar funcionalidades que supram as necessidades dos utilizadores, buscar a intuitividade, a facilidade e a eficiência na sua utilização. Para tanto, ele precisa ser desenvolvido de forma a observar a simplicidade, a clareza e a facilidade de acesso às informações desejadas. Harbeck e Sherman (1999, p.41), afirmam que a navegação deve ser objetiva e fácil para o usuário, por exemplo, a criança. “Crianças pequenas podem não ser capazes de imaginar como chegar a um local em particular de um *site* na *Web*. A navegação em um *site* deve ser mínima e fácil”. Este aspecto é importante especialmente para crianças que estão iniciando seu envolvimento com a *Internet*.

Especificamente nos recursos educacionais, as interfaces dos *sites* devem ser criativas e cativarem a curiosidade dos usuários. Não é mais suficiente apenas atender às suas necessidades e expectativas. Souza (1998), afirmam que elas precisam também surpreendê-los, fornecendo mais recursos interativos, do que somente oferecer uma simples navegação na recuperação de informações ou nos processos tradicionais de.

O homem, a partir do seu aparato sensório motor, interage com o meio ambiente em que está inserido. Nesse sentido, o uso dos conhecimentos e técnicas de ergonomia cognitiva,



conduzem à concepção de sistemas computacionais melhor adaptados ao usuário e às suas tarefas (Souza, 1998).

Estas relações entre ergonomia de sistemas computacionais e psicologia cognitiva podem ser benéficas por proporcionar conhecimento sobre o usuário. Pela identificação e explanação das naturezas e causas dos problemas que eles encontram e por proporcionar a modelagem de ferramentas e métodos que auxiliem na construção de interfaces mais fáceis de usar.

Para tanto, a forma como estes recursos estão disponibilizados, bem como as características de navegabilidade e legibilidade devem ser observadas.

Segundo Kalinke (2002) um *site* ergonomicamente adequado deve apresentar os seguintes requisitos:

1. legibilidade, que trata da disponibilização das informações de forma clara, simples e direta, apropriada ao público a que se destina e de fácil entendimento;
2. disponibilização de documentação que conste de, no mínimo, manuais para o professor e para o aluno, bem como ajuda *on-line* e mapa do *site*;
3. navegabilidade, que trata da possibilidade de acessar com facilidade todas as partes do *site*.

Vários autores têm indicado que a utilização de recomendações e recursos ergonômicos no desenvolvimento de *sites* educacionais pode trazer ganhos efetivos aos processos pedagógicos (Ramos, 1996; Gamez, 1998; Kalinke, 2002). Estudos preliminares (Cybis *et al*, 1999) afirmam que quando ocorre integração entre as propriedades de usabilidade e aprendizagem, é garantido maior sucesso no processo de aprendizagem. Segundo Cybis *et al* (1999, p. 6):

Acredita-se que a garantia dos critérios de usabilidade identificados num *software* educacional, não é suficiente para assegurar a sua qualidade pedagógica. Há que se verificar quando e como a usabilidade e a aprendizagem se integram. Entende-se que a qualidade de um *software* educativo está diretamente relacionada à integração dos critérios de usabilidade e dos objetivos de aprendizagem, sendo possível verificar a seguinte hipótese: 'Há uma integração entre usabilidade e aprendizagem verificável na relação interação homem-computador'.

Para Gamez (1998), uma boa legibilidade favorece a compreensão e assimilação de conteúdos educacionais, favorecendo assim a construção do conhecimento. Oliveira, Costa e

Moreira (2001), também indicam que aspectos ergonômicos, em especial a documentação do *site*, podem contribuir na aprendizagem. Conforme estes autores (2001, p.115):

Concluindo, é importante esclarecer que, mesmo que a equipe produtora de *software [site]* educativo tenha tido um grande empenho em imprimir a um programa uma base interacionista, isso não o torna necessariamente construtivista. A sua utilização é que, em muitos casos, garantirá a coerência necessária entre a sua concepção e a prática pedagógica na qual está inserido. Daí a importância de o *software [site]* ser acompanhado de um guia de apoio pedagógico ao professor.

Pode-se afirmar, então, que quando desenvolvidos observando aspectos pedagógicos e ergonômicos, *sites* que disponibilizem provas e demonstrações matemáticas podem auxiliar os processo de aprendizagem dos alunos sobre estes assuntos. Lourenço afirma que (2002, p. 104):

Construções dinâmicas, que hoje se fazem nos computadores, se tornam de tal forma claras e sugestivas, que permitem testes de hipóteses e simulações que, em alguns casos, ultrapassam a imaginação mais fértil. Construções inteligentes mostram, muitas vezes, resultados surpreendentes e incentivam a busca de resultados, a pesquisa e a elaboração de “teorias” que comprovem os ou desmintam os fatos observados.

Entretanto, entende-se com base no que foi exposto até aqui, que as relações entre ergonomia e aprendizagem necessitam uma verificação mais aprofundada, que possa lhes validar efetivamente. Para tanto, é necessário verificar como, efetivamente, os aspectos ergonômicos relativos à legibilidade, disponibilização de documentação e navegabilidade podem contribuir para a aprendizagem, originando uma teoria ergonômica construtivista para desenvolvimento de *sites* educacionais que disponibilizem provas e demonstrações matemáticas.

#### **4. Metodologia**

Para este trabalho serão desenvolvidos dois *sites* que envolvam provas ou demonstrações matemáticas, sendo um deles construído com a observação de cuidados ergonômicos e o outro sem a observação destes cuidados. Depois de desenvolvidos, os *sites* serão utilizados com um grupo de trinta alunos, selecionados aleatoriamente dentro das condições especificadas a seguir, para trabalhar com cada um dos dois ambientes, que também serão especificados adiante e indicados aos alunos de forma aleatória. Teremos então uma situação na qual não se conhece o indivíduo, tampouco sua ferramenta de trabalho, o que

nos possibilitará verificar se acontece e como se dá a efetiva contribuição dos aspectos ergonômicos dos *sites* para a aprendizagem dos conteúdos neles disponibilizados.

No desenvolvimento dos dois *sites* será utilizado um mesmo aplicativo e os mesmos recursos técnicos. Propõe-se a utilização do *software* “Frontpage” que se destina à construção de páginas da *Internet* em linguagem “html” dentro de um ambiente amigável e compatível com as ferramentas do *Microsoft Office*. Esta escolha se dá exclusivamente por opção, sem qualquer outra interferência, uma vez que a ferramenta não está em análise, mas sim seu resultado final. Um dos *sites* será desenvolvido sem cuidados ergonômicos relativos à legibilidade, documentação e navegabilidade, mas com todos os demais cuidados necessários, normalmente utilizados, e que são de conhecimento geral. O outro será desenvolvido de modo semelhante ao primeiro, mas observando-se também as características e aspectos relativos à ergonomia já citados, procurando atingir a uma qualidade ergonômica. Para este desenvolvimento serão observados alguns aspectos, analisados a seguir.

Quando utilizam-se recursos como *sites* educativos pode-se aumentar a quantidade e a qualidade da interação do aluno com o assunto estudado. Ele pode ler o texto na tela do computador, ver algumas simulações, ouvir sons relativos ao assunto, simular variações para verificar novos resultados, além de publicar suas conclusões, entre várias outras possibilidades. Para tanto é necessário que algumas características ergonômicas sejam observadas. Entre elas está a Legibilidade.

Por Legibilidade entende-se a capacidade do material de transmitir, de forma clara, simples e direta, as suas informações para o usuário, por meio de textos, ícones, sons ou imagens. Um material com boa legibilidade apresenta informações claras, é bem redigido, livre de equívocos conceituais, permite que o usuário se situe no seu interior e tenha facilidade no entendimento do significado de ícones e botões. A linguagem de interação deve utilizar um vocabulário que privilegie a linguagem dos usuários. Quando necessário e possível, deve-se utilizar códigos mnemônicos, pictogramas e ícones.

Para possuir legibilidade, um material deve apresentar clareza na codificação de funções, organização e apresentação hierárquica das partes que o compõem e permitir que o usuário identifique quais os caminhos que ele já percorreu. Essa identificação pressupõe a presença de um mapa do *site* para orientação, por exemplo.

Ao privilegiar a linguagem dos usuários, pressupõe-se que o material identifique qual o público-alvo a que se destina. Desta forma, a linguagem para crianças situadas na faixa

etária entre sete e doze anos é diferente daquela utilizada para crianças entre doze e quinze anos, por exemplo. O conteúdo, na forma pela qual se apresenta e no plano em que se solicita a sua interpretação, deve ser apropriado à faixa etária à qual ele se destina. A linguagem utilizada deve estar em conformidade com esta faixa etária. O tamanho das letras e o contraste entre cores de fundo e cores de letras também devem merecer atenção.

O contraste entre letras e fundo de tela não deve ser visualmente agressivo ou cansativo. Letras escuras sobre fundos escuros ou letras claras sobre fundos claros devem ser evitadas. É recomendável que se trabalhe com tipos de letras simples e fáceis de ler, com cores escuras sobre fundos claros, facilitando a visualização do texto e evitando desgaste visual desnecessário. Os textos não devem ser extensos por demais e, sempre que possível, devem ser mesclados com imagens, ilustrações ou, preferencialmente, objetos animados.

Outra preocupação que deve estar presente quando se desenvolve um *site*, se relaciona à escrita de um manual para o professor e para o aluno. A presença de informações pertinentes, que permitam sanar as necessidades de informação dos diferentes tipos de usuários, deve ser satisfeita. Elas desempenham papel similar ao desenvolvido pelos livros do professor ou manual de instalação dos *softwares*.

A documentação deve orientar a tarefa de compreensão do sistema e auxiliar na redução de desapontamentos e experiências frustrantes causadas pela dificuldade de navegação. Ela deve orientar o usuário para que ele compreenda o *site* e tenha as informações necessárias para utilizá-lo. Deve ainda estar organizada e suscitar o convite à leitura, além de apresentar o que os responsáveis procuraram atingir com o seu desenvolvimento. Desta forma, ela deve apresentar objetivos claros e estratégias de desenvolvimento bem definidas.

Outro cuidado a ser tomado no desenvolvimento de sites educacionais trata da sua facilidade de uso. Esse cuidado passa, obrigatoriamente, pela avaliação da sua navegabilidade. Por navegabilidade, entende-se a facilidade de movimentar-se entre as opções dentro do *menu*, ou entre diferentes *menus* numa mesma estrutura.

Para apresentar boa navegabilidade, deve-se possibilitar que o usuário acesse, com um mínimo de ações (cliques do *mouse*) qualquer parte do material, além de permitir que o usuário controle as ações, que a sua interface seja agradável e que haja um encadeamento lógico entre as operações e ações.

Deve-se prever que o usuário se utilize de ações mínimas e explícitas para desenvolver suas atividades. As ações mínimas dizem respeito à extensão dos diálogos estabelecidos para a realização dos objetivos do usuário. As ações explícitas tratam das relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. Essa relação deve ser explícita, de modo que o computador processe somente as ações solicitadas e apenas quando for solicitado a fazê-lo.

Uma das principais características de *sites* educacionais é a adequação entre a ordem das operações fixadas pela máquina e aquela necessária ao operador para efetuar sua tarefa. Deve haver a possibilidade do encadeamento das atividades, que pode ser livre, guiado ou automático e variar segundo o nível de experiência do usuário. O usuário deve ter acesso a todas as informações a todo momento, podendo sair, anular ou interromper suas atividades a qualquer tempo, podendo retornar ao ponto de parada a qualquer instante.

No tocante à carga de trabalho, propõe-se que se limite a carga de trabalho de leitura e entradas e o número de passos do usuário, observando os aspectos de ações mínimas e de concisão das informações, além de observar se a carga informacional é confortável e adequada. A capacidade de memória de curto termo é limitada. Conseqüentemente, quanto menos entradas, menor a probabilidade de cometer erros. Além disso, quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura. Quanto mais numerosas e complexas forem as ações necessárias para se chegar a uma meta, a carga de trabalho aumentará e com ela a probabilidade de ocorrência de erros.

Depois de desenvolvidos, os *sites* serão utilizados com alunos de uma mesma turma, cuja faixa etária e escolaridade se adequem às provas ou demonstrações nele abordadas. Cada aluno utilizará apenas um dos ambientes para que possamos comparar os resultados obtidos por aqueles que utilizarem os *sites* construídos com a observação de aspectos ergonômicos com aqueles que utilizarem os *sites* que não observam estas características. O número de encontros, a sua duração, o período em que serão aplicados (turno ou contra-turno) e a forma de seleção do ambiente a ser utilizado por cada aluno serão determinados após a definição dos temas que estarão neles abordados. Serão, então, realizadas observações e análise qualitativas, na intenção de verificar em qual dos dois ambientes houve maior aproveitamento pedagógico e de que modo ocorreu a relação entre ergonomia e aprendizagem.

## 5. Referências Bibliográficas

ARTIGUE, M. Ferramenta informática, ensino de matemática e formação de professores. In: CAMPOS, T. M. C. **Em aberto: Tendências na Educação Matemática**. Brasília: MEC, 1994.

CYBIS, W. de A. *et al.* **Ergonomia em *software* educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem.** Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/art24.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2002.

D'EÇA, T. A. **Net Aprendizagem: A Internet na Educação**. Porto – Portugal: Porto Editora, 1998.

DOMINGUES, H. H. **A Demonstração ao Longo dos Séculos**. In: BOLEMA, ano 15, nº 18, pp. 55 a 67. Rio Claro: Unesp, 2002.

FURTADO, E. **Integrando fatores humanos no processo de desenvolvimento de interfaces homem-computador adaptativas.** Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/art25.pdf>> Acesso em: 31 jan. 2002.

GAMEZ, L. **TICESE – Técnica de inspeção de conformidade ergonômica de *software* educacional**. Portugal, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana). Universidade do Minho.

HARBECK, J.; SHERMAN, T. **Seven Principles for Developmentally Appropriate Web Sites For Young Children**. Educational Technology, v. 39, n. 4, p. 39-42, jul./ago. 1999.

HEIDE, A.; STILBORNE, L. **Guia do Professor Para a Internet: completo e fácil**. Tradução de: Edson Furmankiewz. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

LOURENÇO, M. L. **A Demonstração com Informática Aplicada à Educação**. In: BOLEMA, ano 15, nº 18, pp. 100 a 111. Rio Claro: Unesp, 2002.

KALINKE, M. A. **Uma proposta para análise e seleção de *sites* educacionais de Matemática, à luz das teorias construtivista e ergonômica**. Curitiba, 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

LABORDE, C.; CAPPONI, B. Aprender a ver e a manipular o objeto geométrico além do traçado no Cabri-Gèomètre. In: CAMPOS, T. M. C. **Em aberto: Tendências na Educação Matemática**. Brasília: MEC, 1994.

OLIVEIRA, C. C. de; COSTA, J. W. da; MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de *software* educativo**. Campinas: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, V. B. de (org). **Informática em Psicopedagogia**. São Paulo: Editora SENAC, 1999.

RAMOS, E. M. F. **Análise ergonômica do sistema hipernet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia**. Florianópolis, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Setor de Ciências Tecnológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

SOARES, W.; NETO, S. **Elaboração de uma metodologia de desenvolvimento de *home-pages* educativas considerando recomendações ergonômicas**. Disponível em: <<http://www2.insoft.softex.br/~scie/1999/WashingtonSSNeto-ElabHomePages.html>> Acesso em: 10 jan. 2002.

SOUZA, D. C. de. **Hipermídia aplicada ao ensino técnico de nível médio**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Setor de Ciências Tecnológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.