

HIPERMAT – Hipertexto Matemático: Uma ferramenta no ensino-aprendizagem da matemática na educação básica

ÉDEL ALEXANDRE SILVA PONTES¹.

RESUMO

O mundo está em constante transformação tecnológica e a escola básica necessita acompanhar toda essa evolução proveniente da criação de novas e eficientes tecnologias. Este trabalho tem como objetivo descrever as características de um ambiente interativo de ensino-aprendizagem orientado para a educação matemática e apresentar uma nova abordagem para o ensino da matemática, utilizando o suporte hipertexto, como ferramenta adequada no processo ensino-aprendizagem de estudantes da educação básica: **O hipertexto matemático - Hipermat.** Uma amostra de 100 estudantes do nível básico de ensino foi selecionada para o processo de experimentação da ferramenta Hipermat. A utilização do Hipermat alterou profundamente as abordagens de ensino, a dinâmica das aulas e as formas de pensar tornando o processo de formalização matemática mais fácil e natural. Acreditamos que esta nova metodologia de ensino da matemática – Hipermat – possa contribuir efetivamente para uma aprendizagem mais eficaz e significativa desta disciplina.

Palavras-Chave: Educação Básica. Ensino e Aprendizagem em Matemática. Hipertexto.

ABSTRACT

The world is in constant technological transformation and the basic school needs to follow all this evolution from the creation of new and efficient technologies. This paper aims to describe the characteristics of an interactive teaching-learning environment oriented to mathematics education and present a new approach to teaching mathematics using hypertext support as an adequate tool in the teaching-learning process of students of basic education: **The Mathematical Hypertext - Hypermat.** A sample of 100 students from the basic level of education was selected for the process of experimentation of the Hypermat tool. The use of Hipermat has profoundly altered teaching approaches, class dynamics and ways of thinking making the process of mathematical formalization easier and more natural. We believe that this new methodology of teaching mathematics - Hipermat - can effectively contribute to a more effective and meaningful learning of this discipline.

Keywords: Basic Education. Teaching and Learning in Mathematics. Hypertext.

1 INTRODUÇÃO

¹ Doutor em Ciências da Educação (Ensino de Matemática) pela UTIC, Mestre em Estatística pela UFRJ, Licenciado em Matemática pela UFAL. Professor do programa de Mestrado e Doutorado em Educação Matemática da Universidad de San Carlos – PY. Professor do programa de Mestrado em Matemática da Universidad Tecnológica de Assunção – PY. Professor do Instituto Federal de Alagoas e do Centro Universitário – CESMAC.

Este trabalho tem como objetivo descrever as características de um ambiente interativo de ensino-aprendizagem orientado para a educação matemática e apresentar uma nova abordagem para o ensino da matemática, utilizando o suporte hipertexto, como ferramenta adequada no processo ensino-aprendizagem de estudantes da educação básica: **O hipertexto matemático - Hipermat.**

Observamos que nossos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio aprendem o formalismo da matemática, tornam-se aptos a resolver exercícios já sabidos, mas não desenvolvem a criatividade para solucionar situações novas. Isto é, ainda não estão habilitados para pesquisar soluções particulares e inferir a partir desse estudo soluções gerais.

Precisamos criar uma ponte entre a abstração matemática e seus resultados práticos. E observamos que, em muitos casos, o ensino da matemática fica preso a seqüências padrões que nos leva a um leque de fórmulas decorativas e sem utilização imediata na vida prática. O professor do ensino básico deve fazer com que haja em todas as suas cadeiras científicas um processo de entendimento e interação da sua disciplina com os modelos do cotidiano.

A matemática ensinada nas escolas e a realidade do mundo atual caminham em sentidos contrários, em um verdadeiro descompasso. Enquanto o mundo aprecia o aparecimento de novas tecnologias a matemática continua sendo digerida nos mesmos moldes do início do século XX. A informatização da sociedade e a criação e mecanismos de transmissão do conhecimento além dos muros da escola, exigirão uma mudança profunda ou até a extinção dos sistemas de ensino tradicionais que conhecemos.

A Matemática desenvolve uma forma nova de criar e de fazer descobertas, porém a maneira que é ensinada não conduz a esse resultado. A grande maioria de nossas escolas do ensino básico possui uma visão bastante tradicionalista no ensino da matemática e da inclusão de novas tecnologias.

O educador deve está preparado para compreender e acompanhar com destreza a nova geração de alunos tecnológicos. No contexto atual, com uma sociedade mutável, é necessária total e irrestrita adequação das escolas aos novos modelos de tecnologia, de tal forma, que o aluno esteja motivado e seja curioso na escola que frequenta.

O ensino tradicionalista deve ser substituído por um ensino motivador aproximando o aluno da sua realidade. Essa mudança deve-se essencialmente ao surgimento da era computacional. E aí surge o primeiro e grande desafio: como devemos educar os alunos

- crianças tecnológicas - se aos menos nossos educadores não estão aptos para entender as novas tecnologias? Para que exista uma relação prazerosa dos nossos alunos com a escola que frequenta, é necessário que nossos professores quebrem paradigmas, isto é, criem meios de aproximação entre ele e seu aluno. A escola deve criar meios em prol desse objetivo.

As crianças deixam de acreditar nos professores e na própria escola e suas credences são originadas de filmes e revistas, muitas vezes ficção científica - essa condição é chamada paradoxo de Ícaro.

Criar novos meios no ensino – aprendizagem da matemática é um fator prioritário para que tenhamos uma relação biunívoca entre o aluno e a escola e não um divórcio como normalmente acontece. O trinômio por que ensinar, o que ensinar e como ensinar fortalece essa discussão.

Por que ensinar matemática? Essa é uma pergunta praticamente sem uma resposta convincente. Por que é ensinada por ensinar, por ser obrigatória e por ser a matemática a ciência que explica quase tudo.

O que ensinar na matemática? Outra indagação bastante discutida nos meios escolares. Quantas vezes, uma fórmula matemática para o cálculo de um determinante nos fez refletir o quanto seria necessário para o sucesso do aluno na escola. Cada área do conhecimento deve envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que correspondam às necessidades da vida contemporânea. Nosso ensino deve está voltado para a vida. Entretanto não devemos perder a generalidade e nem a abstração daquela velha fórmula de matemática.

Como ensinar matemática? Esse é nosso grande objetivo: encontrar através das novas tecnologias uma estrutura consistente e motivadora no ensino da matemática.

As inovações tecnológicas oriundas do ultimo século, sugerem transformações nos mais variados segmentos da vida moderna. O educador, espectador atento deste processo, necessita de um ferramental adequado e sustentador de tais metamorfoses. Neste sentido, o trilogismo: aluno, professor e computador vêm se configurando em dimensões consideráveis e irreversíveis.

As novas tecnologias têm colocado a disposição, particularmente da comunicação e da educação, uma serie de recursos que podem contribuir significativamente para mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Essas tecnologias têm se infiltrado de forma, ainda, modesta no sistema educacional.

As distorções observadas na estrutura do modelo tradicional de ensino estão vinculadas ao problema do enfoque unificado e alheio ao ensino por objetivos. Em uma sala de aula, usando-se os meios tradicionais de ensino (quadro-negro e giz ou pincel) os alunos tendem a ser, e normalmente são, tratados de forma unificada e, portanto, não individualizada. Isso implica problemas na medida em que se constatam, em uma turma, alunos dotados de formas diferenciadas de aprendizagem.

A utilização do hipertexto, como fonte principal da informação, cria um novo tipo de ensino-aprendizagem interativo, com múltiplas variações. O Hipertexto é um texto com conexões e sua invenção possibilitou a leitura não linear, isto é a não segmentação do saber por sequencias padrões pré-definidas. Ele estimula outra forma de conhecimento. É um conceito que diz respeito ao nosso modo de ler e escrever – fazer desdobramento – sem perda da generalidade.

O Hipertexto faz com que alunos, de diversos níveis de ensino, possam compartilhar uma mesma sala de aula. Ele estimula outro tipo de pensamento: telegráfico, modular, não linear, maleável, e cooperativo. Está mais próximo da forma como nós organizamos nossos pensamentos.

As dificuldades encontradas por alunos e docentes no processo ensino-aprendizagem da matemática são bastante conhecidas. Por um lado, o aluno não consegue entender a matemática que a escola lhe ensina, muitas vezes é reprovado nesta disciplina, ou então, mesmo que aprovado, sente dificuldades em utilizar o conhecimento "adquirido", em síntese, não consegue efetivamente ter acesso a esse saber de fundamental importância.

O Hipermat numérico é uma ferramenta na forma de Hipertexto para o ensino-aprendizagem da matemática. O Hipermat permite resolver essa questão de falta de objetividade que ocorre no ensino linear tradicional da matemática e leva o aluno diretamente ao alvo desejado, sendo este flexível e com propostas para um tratamento individualizado. O Hipermat tem essa característica de motivar o estudante, como também o professor, a um ensino da matemática com mais eficiência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente a maneira de ensinar matemática, nas diversas escolas do nível básico de ensino, não leva o aluno a uma aprendizagem efetiva e direcionada para a produção do conhecimento. Criar um novo mecanismo para o ensino da matemática – Hipermat

– e mostrar sua eficiência é a finalidade desta nossa tese. Através deste trabalho queremos comprovar a hipótese que o hipertexto matemático numérico - Hipermat é um suporte adequado, em modelos matemáticos, para a melhoria da aprendizagem, com estudantes do nível básico de ensino.

A melhoria da aprendizagem dos alunos é eficaz, a partir, do melhor aproveitamento do trabalho, destes, em sala de aula. A sala de aula é o espaço ideal para desenvolver técnicas que facilite o processo de ensino-aprendizagem. Diversos são os aspectos para contemplar essa melhoria de aprendizagem, a relação professor/aluno; a motivação dos alunos; a disponibilidade do professor; e, principalmente, as novas formas de ensinar, através da troca de experiências entre os alunos; a resolução de problemas. Desafios e as novas tecnologias.

O hipertexto é uma maneira eficiente de ler e escrever, principalmente, textos e artigos acadêmicos. O aluno tem a oportunidade de tomar suas próprias decisões. De que maneira fará a leitura do texto? A leitura deixa de ser sequenciada, passo a passo, capítulo por capítulo, e se transforma em algo não linear, onde o principal condutor desse processo é o aluno. Definiremos Hipermat como um hipertexto para o processo de ensino-aprendizagem da matemática.

Nas últimas décadas vem se discutindo a relação entre o ensino da matemática com o desenvolvimento da inteligência. Quanto melhor a educação, quanto mais variadas as oportunidades, maior o desenvolvimento da inteligência. Ao longo da história, a humanidade desenvolveu inúmeros instrumentos que amplificam nossa capacidade de perceber, agir, e resolver problemas.

A educação deve prover às pessoas de competências básicas, com a capacidade de comunicação, de compreensão da realidade, a capacidade de colaborar, de trabalhar em equipe e, sobretudo, a capacidade de projetar e criar o novo.

Com o surgimento de uma linguagem para a matemática o mundo vem desenvolvendo, cada vez mais, tecnologia. Certa vez um aluno de Euclides de Siracusa, cerca de 300 a.C., perguntou-lhe “afinal o que é que se ganha ao aprender geometria?”. E Euclides pediu a um de seus escravos que desse uma moeda de ouro para o estudante e respondeu: “porque ele precisa ganhar com aquilo que aprende”. Não existe área de atividade humana, em maior ou menor grau, onde a matemática não esteja presente. Ao contrário do que muitos pensam a matemática não consiste apenas em demonstrar teoremas ou em fazer contas, ela um autêntico tesouro para a civilização devido aos diversos conhecimentos envolvidos.

Segundo (Devlin, 2005) a capacidade de lidar com a matemática é contribuída a partir de certo número de atributos mentais que ele enumerou:

- Senso numérico: é a capacidade de distinguir e comparar pequenas quantidades. Este senso não é algo que aprendemos; nós nascemos com ele.
- Capacidade numérica: apenas os humanos são capazes de continuar a seqüência numérica indefinidamente, e a contar arbitrariamente grandes conjuntos.
- Capacidade algorítmica: um algoritmo é uma seqüência especificada de passos que levam a um objetivo determinado. Lidar com matemática requer uma capacidade de aprender diversas seqüências de operações com números.
- Capacidade de lidar com abstrações: uma limitação para lidar com abstrações representa a maior barreira ao uso da matemática.
- Um senso de causa e efeito: os humanos ganham essa faculdade numa idade muito precoce.
- Capacidade de elaborar e seguir uma seqüência causal de fatos ou eventos: única dos seres humanos, a capacidade de elaborar e seguir cadeias causais longas.
- Capacidade de raciocínio lógico: é a faculdade de elaborar e seguir um raciocínio lógico passo a passo.
- Capacidade de raciocínio relacional: capacidade de raciocinar sobre objetos matemáticos.
- Capacidade de raciocínio espacial: é a capacidade de raciocinar sobre o espaço, muitas das grandes descobertas da matemática nascem de matemáticos que procuram novas maneiras de ver problemas de modo espacial.

Se observarmos o mundo que vivemos, ele é altamente tecnológico: comunicações instantâneas disponíveis em qualquer ponto do planeta; aviões sofisticados, rápidos e confiáveis; computadores ultrarrápidos; gigantescas obras de engenharia; códigos genéticos de plantas e animais são desvendados; componentes eletrônicos são compactados em chips, etc.

Estamos em um momento de transição, a era computacional transformou nossos hábitos. Aconteceu, a grande revolução do século XX, o aparecimento do computador e a sua massificação foram de suma importância para a mudança de nossas vidas. O cotidiano tecnológico transformou o real em virtual, o calor humano foi desprezado. Hoje, o contato é quase telepático, de computador para computador, em qualquer parte do mundo. As informações são instantâneas: guerra no Iraque, queda na Bolsa de Valores em New York, terremoto no Japão, fome na África, gol do fenômeno e tantas e tantas passadas num piscar de olhos.

Existem diferentes maneiras de indivíduos se comunicarem, entre pessoas, com um grupo particular ou com o mundo, e pode permitir por meio desta um aprendizado: mediante algum tipo de instrutor, algumas atividades, um manual, um livro ou simplesmente pela interação com alguma mídia, algo comum nos dias atuais.

O homem, possuidor de uma raríssima inteligência, é capaz de reproduzir algo que seja tão poderoso quanto ele próprio. Passamos a ser cúmplice e dependente, um verdadeiro discípulo, dessa que foi talvez a maior das obras. Computador uma palavra simples de significado complexo. Uma bela máquina, pensando bem, comparando com as antigas máquinas de datilografia, uma estupenda máquina – uma estrutura finita, regida por sistemas matemáticos.

O homem está, a cada dia, evoluindo e adquirindo um ritmo de vida cada vez mais rápido para acompanhar a modernidade e não ficar desatualizado. As alterações são crescentes, surgindo questões complexas, onde é preciso analisar, interpretar e resolve-las em um curto espaço de tempo.

O ambiente sociocultural de um indivíduo, neste início de século, está fundamentado em novas maneiras de pensar e de conviver a partir das tecnologias interativas, surgidas com o avanço das telecomunicações e da informática. E isto está gerando novas formas de ensinar e aprender, tendo o computador como principal recurso, que representa a possibilidade de dinamização das práticas pedagógicas, através de ambientes de ensino-aprendizagem poderosos, onde a cooperação virtual vem apoiar o processo de desenvolvimento cognitivo e social dos educandos, com vistas à construção coletiva de conhecimentos pelo tratamento de informações que são compartilhadas, processadas e distribuídas em tempo real ou não.

Neste início de século XXI vemos a sociedade caminhar para uma transformação de comportamento, os conceitos e padrões de nossos avós estão em modificação constante. A informação, tendo como principal personagem à internet -

rede mundial que interliga milhões de computadores - passou a ser algo extremamente fundamental para a construção de um mundo mais digno. Com a revolução tecnológica e científica, a sociedade mudou muito nas últimas décadas. Assim a educação não tem somente que adaptar às novas necessidades dessa sociedade do conhecimento como, principalmente, tem que assumir um papel de ponta nesse processo. Os recursos tecnológicos de comunicação e informação têm se desenvolvido e se diversificado rapidamente. Eles estão presentes na vida cotidiana de todos os cidadãos. É necessário fazer uma reflexão. Qual o verdadeiro objetivo das parafernalias tecnológicas na construção do conhecimento?

Com o advento das novas tecnologias da comunicação as práticas educacionais de educar, pensar e de conhecer vêm sofrendo bastantes modificações. A escola (a nova escola) vem recebendo um verdadeiro bombardeio de informações de diferentes meios, com as novas possibilidades de acesso a informação, se questiona a funcionalidade da prática pedagógica nessas instituições. Aprender qualquer que seja um dos conteúdos escolares pressupõe atribuir um sentido lógico e construir os significados que estão associados a esse tal conteúdo.

Uma das principais lacunas no desenvolvimento de sistemas educativos é sem dúvida a interface entre ser humano e máquina. A linguagem, como agente organizador do pensamento, por si própria representa um dos canais mais importantes a serem contemplados como objeto de pesquisa pela informática. Sempre que propomos apresentar uma nova tecnologia para a educação almejamos que esta seja eficiente no processo ensino-aprendizagem, e particularmente, possa trazer possibilidade de mudança na sociedade.

TABELA 1: Características da educação (antes e depois)

	Escola Tradicional	Nova escola
Professor	Transmissor do conhecimento	Facilitador da aprendizagem
Estudante	Ser passivo	Ser intelectual
Aprendizagem	Isolada	Integrada
Informação	Limitada	Ilimitada
Finalidade	Competição	Cooperação
Perspectivas	Restritas	Globais
Formação	Globais	Sociedade do conhecimento
Teoria	Individualizada	Construtivista

Fonte: Elaboração do Autor.

A teoria construtivista, que virou praticamente uma febre educacional e a possível resposta para alguns dos grandes problemas da Educação, talvez venha a ser o método que busque atender melhor as expectativas da comunidade escolar. Um método, por mais eficiente, não vai resolver todos os problemas de uma escola. É necessário que se tenha um projeto pedagógico e que se aplique o construtivismo como método de ensino. O construtivismo deve estar correlacionado com as idéias de Piaget. A interação do sujeito com o meio em que ele vive inicia-se desde a mais jovem idade, não subjugando os menores, os mais pobres, como se sua condição de baixo conhecimento esteja vinculado diretamente a nascer nesta ou naquela família, nesta ou naquela cidade; país ou região.

Para Piaget, a autonomia está correlacionada à participação do indivíduo na elaboração de novas formas de pensar e de criar de novos conhecimentos, auxiliando na reflexão crítica da realidade, para questioná-la e se possível, transformá-la. Os conflitos e as contradições devem atuar como elementos motivadores favorecendo uma nova reestruturação - processos de assimilação e acomodação. Desta forma o aluno ao construir conhecimentos, aprende os seus mecanismos de produção tornando-se mais independente. Faz parte do processo de aprendizagem a exploração da atividade, o incentivo à criatividade e à observação. Piaget apresenta, portanto, uma visão interacionista partindo do indivíduo para o contexto.

Não vamos falar da autonomia do aluno em realizar o cálculo matemático desta ou daquela maneira, Para Piaget a educação deve visar à autonomia em vez da obediência e do conformismo. "Quando compreendermos que as crianças devem elaborar sua própria maneira de raciocinar poderemos, então, parar de atrapalhá-las e, ao invés disso, facilitar seu processo construtivo." (Kamii, 1992). Isto que acontece nas escolas, os professores com o intuito de ensinar podam os alunos a fazerem da sua maneira, para (D'Ambrosio, 2002) "O professor continua a ver como sua função principal a de transmitir conhecimento congelado, obviamente obsoleto e na sua grande parte inútil".

É importante e necessário que todos os educadores tenham conhecimento e domínio profundo das teorias que explicam a construção da inteligência e os processos de aprendizagem. De tal maneira que possam realizar mudanças significativas e eficientes na prática pedagógica e nas suas propostas didáticas, pois todo educador tem que ter por trás do seu fazer pedagógico, uma teoria que o suporte.

Quando fala de conhecimentos ou da sua elaboração no espírito humano, Piaget insiste sobre o fato de que se trata de um processo de "construção contínua" ou de uma

"construção indefinida" (Piaget, 1970, p. 7). A idéia primeira que subtende os trabalhos atuais sobre o construtivismo, quer dizer que o conhecimento não seja, na cabeça dos indivíduos, a reprodução de uma realidade chamada o saber científico, não é recente na literatura em educação. Piaget concebeu um modelo teórico que se apoia essencialmente sobre essa compreensão do desenvolvimento humano, inscrevendo-o na perspectiva de uma construção da realidade na criança em vez de sobre sua simples transposição cognitiva na memória (Piaget, 1977).

Neste sentido o construtivismo não visa a uma teoria do mundo para ajudar o indivíduo a descobri-lo, mas a uma teoria do organismo que tenta construir uma teoria do mundo para si próprio (Larochelle e Bednarz, 1994). Esses autores escrevem que "o construtivismo a despeito dos ávidos e das ávidas de verdade e de absoluto, não é uma antologia! De modo metafórico, é mais um convite nas devidas condições para examinar os fundamentos e os efeitos das nossas teorias e das nossas práticas educativas de modo a acrescentar nosso controle reflexivo sobre essas e a submeter ao estudo as questões e os problemas eventualmente colocados, e isso sem chamar qualquer instância oculta."

Vivemos atualmente em um novo espaço de interação humana chamada espaço cibernético. Este espaço representa o conjunto de todas as memórias informatizadas e de todos os computadores. Para Levy (1993), com o espaço cibernético, temos uma ferramenta de comunicação muito diferente da mídia clássica, porque é nesse espaço que todas as mensagens se tornam interativa, ganham uma plasticidade e têm uma possibilidade de metamorfose imediata.

Do espaço cibernético encontramos uma variedade de estruturas: Inteligência artificial, hipertextos, simulações, multimídia interativos, etc.

Vários são os aspectos para essa mudança hábitos:

- O leitor não vai se deslocar diante do texto, mas é o texto que vai se desdobrar diante de cada leitor.
- O leitor pode personalizar seu programa de leitura.
- O leitor passa a participar da própria redação do texto não estando na posição passiva de um texto estático.
- Toda leitura é uma escrita em potencial.
- Texto e mensagem se tornam matéria.

No espaço cibernético qualquer elemento tem a possibilidade de interação com qualquer outro elemento presente. É como todos os textos fizessem parte de um único texto. Dessa forma o espaço cibernético está se tornando um lugar essencial de comunicação humana e do pensamento humano. Estamos presenciando uma mutação social que está transformando a maneira de trocarmos saber e de desenvolvemos conhecimento.

Esta nova arquitetura trata-se de uma inteligência coletiva, isto é, estamos na direção de uma potencialização da sensibilidade, da percepção e da imaginação. Apesar de que o crescimento do espaço cibernético não determina automaticamente o desenvolvimento da inteligência coletiva, apenas fornece a esta inteligência um ambiente propício. Cada um de nós pode ser um nó na rede e com isso produzimos conhecimento. Cada indivíduo cria a realidade a cada momento na interação. Tudo é virtual porque tudo é emergente.

Nos anos 50, Albert Einstein afirmou que três grandes bombas haviam explodido no século XX: a) Bomba demográfica – um crescimento demográfico de dimensão irreparável; b) Bomba atômica – a guerra do apertar “botões”; e, c) Bomba das telecomunicações – a globalização do mundo. E essa terceira e última das bombas de Einstein fez surgir às possibilidades da troca do saber, do conhecimento, da descoberta e do contato entre povos.

A educação tende a buscar homens originais e criativos. Cada homem é único com suas próprias limitações e possibilidades. A educação deve tratar de afinar esta singularidade do homem, desenvolvendo o máximo de suas possibilidades de criatividade e originalidade a partir das situações do cotidiano. Diante da massificação da automação (novas tecnologias) é necessário formar homens críticos, criativos, humanos e pronto para novos desafios.

Para a concretização desta tese partimos dos pressupostos teóricos aportados pela teoria construtivista objetivando fundamentar e argumentar a utilização do ambiente hipertexto para uma aprendizagem adequada no ensino da matemática.

O professor fica na real posição de mediador ou facilitador desse processo. Em vez de dar matérias, numa aula meramente expositiva, o professor deve organizar o trabalho didático-pedagógico de modo que o aluno seja o co-piloto de sua própria aprendizagem.

O Hipertexto surgiu com a evolução da escrita ao longo do tempo. A idéia de Hipertexto é bastante antiga, possivelmente surgiu nos meados dos séculos XVI e XVII

através dos manuscritos e marginalia. Os manuscritos sofriam alterações quando eram transcritos pelos copistas e assim caracterizavam uma espécie de escrita coletiva. Marginalia eram anotações realizadas pelos leitores nas margens das páginas dos livros antigos, permitindo assim uma leitura não-linear do texto. Essas marginalia eram posteriormente transferidas para cadernos de lugares-comuns para que pudessem ser consultadas por outros leitores. Um dos artistas que utilizava essa técnica era Leonardo da Vinci (1452 – 1519) em suas anotações.

Os primeiros sistemas orientados ao ensino por computador chamados CAEM – Computer Assisted Instruction, tem base psicológica no behaviorismo clássico. O aluno é um espectador passivo e o conhecimento está sendo absorvido pelo mesmo. Não há instrução individualizada. Alunos de diversos níveis ou estilos de aprendizagem possuem a mesma assistência tutorial. Esta abordagem, também conhecida como arquitetura de mudança de pagina, foi inspirada em métodos utilizados no ensino em massa. Como o professor precisava ensinar para um grande numero de alunos, este método de ensino era bastante útil, embora limitado.

Porém, nosso objetivo é fornecer ao aluno uma instrução individualizada e adaptável aos mais diversos estudantes e o sistema ITS – Intelligent Tutoring Systems, possui uma proposta mais ampla. Um ITS é formado basicamente, por três módulos inter-relacionados: o modelo do domínio (o que ensinar?), o modelo do estudante (a quem ensinar?) e o modelo do pedagogo (como ensinar?). Assim, como se supõe que as pessoas aprendam de maneira distinta, se fossem ensinadas com base nas inteligências pessoais mais desenvolvidas aprenderiam com mais facilidade.. Os *Sistemas Tutoriais Inteligentes (STI)* são definidos como "sistemas que modelam o ensino, a aprendizagem, a comunicação e o domínio do conhecimento" e que eles "devem modelar e raciocinar sobre o domínio do conhecimento do especialista e o entendimento do estudante sobre este domínio" (Woolf, 1988). O Hipermat, ambiente em Hipertexto para o ensino da matemática, situa-se na categoria dos ITS.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nossa pesquisa tem um caráter experimental e tem como principal finalidade testar hipóteses que dizem respeito a relações de causa efeito. A hipótese que queremos comprovar é: O Hipertexto matemático numérico - Hipermat é um suporte adequado, em modelos matemáticos, para a melhoria da aprendizagem, com estudantes do nível básico de ensino.

Segundo Gil (2002), uma pesquisa é experimental quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Em uma pesquisa experimental, a hipótese é sempre comparativa. Usaremos dois grupos:

- **Grupo experimental:** são os participantes da pesquisa que utilizaram a ferramenta Hipermat. (Método Hipermat)
- **Grupo de controle:** é o grupo onde não é introduzida a ferramenta Hipermat. Os participantes utilizaram o método tradicional de pesquisa. (Método Tradicional)

É uma pesquisa experimental, pois manipulamos e controlamos variáveis independentes, observando os resultados obtidos dentro de um espaço onde ocorre o nosso problema, dispondo os elementos para explicá-lo.

O universo da pesquisa é composto por estudantes do ensino básico da Escola estadual Afrânio Lages do Centro de Estudo e Pesquisa Avançada (CEPA) da cidade de Maceió, Brasil. (Universo: 300 estudantes).

A seleção dos estudantes foi feita por meio de uma amostragem não probabilística. Uma amostra de 100 estudantes do nível básico foi selecionada para o processo de experimentação da ferramenta Hipermat.

O instrumento de coleta de dados foi, inicialmente, um questionário psicossocial contendo perguntas fechadas (em Anexo). Por meio do questionário aplicado, foi possível traçar um perfil dos estudantes da Escola estadual Afrânio Lages do Centro de Estudo e Pesquisa Avançada (CEPA). Esses dados são de muita importância não somente para o estudante, mas principalmente para a comprovação da hipótese a ser testada.

Posteriormente, duas avaliações, uma oral e outra escrita, para cada nível de ensino, foram aplicadas com peso variando entre um e cinco. (Peso 1 – Desempenho Insuficiente; Peso 2 – Desempenho Fraco; Peso 3 – Desempenho Regular; Peso 4 – Desempenho Bom e Peso 5 – Desempenho Excelente).

Faz-se necessário a aplicação dos testes para que possamos decidir se realmente existe diferença na aprendizagem da matemática entre alunos que utilizam a técnica do Hipermat com os que não utilizam?

Finalmente, outro questionário, foi aplicado no intuito de avaliar o grau de motivação e de interesse dos estudantes pós conhecimento adquirido, tanto no método tradicional como no método Hipermat.

Na simulação simples do modelo pedagógico apresentaremos um algoritmo do HIPERMAT nas áreas de Conjuntos; conjuntos numéricos e funções. Suponha que o estudante esteja revendo a matéria após um tempo de afastamento do assunto ou o estudante esteja vendo o assunto pela primeira vez. A simulação se restringe a esses dois casos, contudo o modelo imaginado se aplica aos seguintes tipos de usuários: alunos que desejam uma abordagem apenas intuitiva; alunos que estão vendo o assunto pela primeira vez e alunos que estejam revendo o assunto.

Assim sendo o modelo contempla a individualidade do aluno permitindo livre acesso aos blocos de conhecimento, na ordem escolhida pelo aluno.

TABELA 2 : O glossário dos blocos do Algoritmo Hipermat – Conjuntos e Funções.

Glossário dos Assuntos	Blocos A_{ij}
C: Conjuntos	Bloco (1,1)
SB: Subconjuntos	Bloco (1,2)
PSB: Propriedade de Subconjuntos	Bloco (1,3)
RC: Reunião de Conjuntos	Bloco (1,4)
IC: Intersecção de Conjuntos	Bloco (1,5)
DC: Diferença de Conjuntos	Bloco (1,6)
CC: Complementar de um Conjunto	Bloco (2,1)
N: Números Naturais	Bloco (2,2)
Z: Números Inteiros;	Bloco (2,3)
P: Números Primos;	Bloco (2,4)
Q: Números Racionais;	Bloco (2,5)
I: Números Irracionais;	Bloco (2,6)
R: Números Reais	Bloco (3,1)
PC: Produto Cartesiano	Bloco (3,2)
RB: Relação Binária	Bloco (3,3)
F: Função	Bloco (3,4)
DIF: Domínio e Imagem de uma Função	Bloco (3,5)
FSJ: Função Sobrejetora	Bloco (3,6)
FIJ: Função Injetora	Bloco (4,1)
FBJ: Função Bijetora	Bloco (4,2)
FP: Função Par	Bloco (4,3)
EX: Exercícios do assunto do bloco.	Bloco (4,5)

A construção dos algoritmos se deu na seguinte forma: Apresentar uma matriz de blocos $A_{i,j}$ ($i, j = 1, \dots, n$), contendo i linhas e j colunas, cada bloco representa uma unidade de conhecimento. Por simplicidade, diremos “bloco ij “. Por trás dessa página de blocos, outras páginas de blocos poderão ser convenientemente consideradas.

Suponha que os conceitos comecem a fazer sentido na cabeça do aluno. Ele poderá acessar outros blocos derivados de um bloco $A_{i,j}$, onde encontrará uma fonte de exemplificação ilustrativas dos conceitos, bem como uma fonte de problemas que avaliarão sua compreensão. O aluno terá livre arbítrio de escolher por qual bloco ele irá iniciar seus estudos. A não linearidade do HIPERMAT permite que o aluno seja curioso e busque a cada momento explicações dos conteúdos e exercícios apresentados. A importância do HIPERMAT como um recurso que possibilita uma maior relação entre os alunos e os estoques de conhecimento. É uma das suas características mais importantes é a interatividade.

TABELA 3 : Bloco principal do HIPERMAT – Conjuntos e Funções.

A_{ij}	1	2	3	4	5	6
1	C	SC	PSC	RC	IC	DC
2	CC	N	I	P	Q	I
3	R	PC	RB	F	DIF	FSJ
4	FIJ	FBJ	FP	FI	EXC	

Fonte: Elaboração do Autor.

Em cada bloco do Hipermat o estudante encontrará do assunto relacionado: definições, teoremas, curiosidades e exercícios. É necessário que o estudante faça sua opção inicial (de que bloco começar) para manusear o Hipermat com eficiência.

Durante três meses, os estudantes tiveram aulas teóricas seguindo rigorosamente os objetivos do trabalho.

No grupo de controle (método tradicional) os estudantes tiveram aulas no quadro negro seguindo uma metodologia tradicional sequencial padrão. Após cada tópico apresentado uma lista de exercícios era resolvida.

No grupo experimental (método Hipermat) os estudantes tiveram a oportunidade de estudar os conteúdos de uma maneira não linear, sem sequências padrões. O Algoritmo Hipermat foi o instrumento utilizado nas aulas. Esse grupo de estudantes tinha o poder de tomar decisão. Duas simulações reais do Hipermat foram

desenvolvidas em sala de aula. Em cada simulação, a finalidade era levar o educando a buscar a melhor maneira de compreender o conhecimento a ser estudado. Cada grupo escolheu um bloco do Hipermat, aleatoriamente, para começar o estudo. A partir daí, a cada dúvida que eventualmente surgia, imediatamente, o grupo procurava o bloco relativo a essa informação pendente.

O objetivo era contemplar todo o Hipermat na área de conjuntos e funções. A qualquer momento o grupo poderia adiantar para um bloco superior, caso o assunto estivesse compreendido, ou, poderia retardar um bloco anterior, caso houvesse alguma dúvida. A simulação do algoritmo Hipermat foi feita em sala de aula, conjuntamente, para o grupo experimental – nível X, e, para o grupo experimental – nível Y. Foi escolhido o primeiro bloco para iniciar o processo de aprendizagem do Hipermat. A simulação apresenta o bloco escolhido para iniciar o processo, em seguida, toda estrutura de voltar para um Bloco anterior, em caso de dúvidas, ou continuar.

TABELA 4: Simulação do algoritmo Hipermat.

<p>Início Bloco (4,1) [Função Injetora] ⇒ dúvida Bloco (3,4) [função] ⇒ dúvida Bloco (3,3) [Relação] ⇒ dúvida Bloco (3,2) [Produto cartesiano] ⇒ dúvida Bloco (1,1) [Conjuntos] ⇒ volta Bloco (4,1) [Função Injetora] ⇒ continua Bloco (3,1) [Reais] ⇒ dúvida Bloco (2,6) [Irracionais] ⇒ dúvida Bloco (2,5) [Racionais] ⇒ volta Bloco (3,1) [Reais] ⇒ dúvida Bloco (2,3) [Inteiros] ⇒ dúvida Bloco (2,2) [Naturais] ⇒ volta bloco (3,1) [Reais] ⇒ dúvida Bloco (1,3) [Propriedade de subconjuntos] ⇒ ir para bloco (1,2) [subconjuntos] ⇒ volta bloco (3,1) [Reais] ⇒ continua Bloco (1,5) [Intersecção] ⇒ dúvida Bloco (1,4) [Reunião] ⇒ volta Bloco (1,5) [Intersecção] ⇒ continua Bloco (3,5) [Domínio e imagem] ⇒ continua Bloco (3,6) [Sobrejetora] ⇒ continua Bloco (4,2) [Bijetora] ⇒ continua Bloco (2,1) [Complementar] ⇒ dúvida Bloco (1,6) [Diferença] ⇒ volta Bloco (2,1) [Complementar] ⇒ continua Bloco (4,3) [Par] ⇒ continua Bloco (4,4) ⇒ continua Bloco (2,4) [Números primos] ⇒ término Bloco (4,5) [Solução dos exercícios].</p>

Fonte: Elaboração do Autor.

A hipótese a ser provada em nossa tese é: O Hipertexto matemático numérico - Hipermat é um suporte adequado para a melhoria da aprendizagem com estudantes do nível básico de ensino? Para comprovação da hipótese os seguintes problemas foram levantados:

Problema 1: Existe diferença na aprendizagem da matemática entre alunos que utilizam à técnica do hipertexto matemático numérico - Hipermat com os que não utilizam?

Nesta etapa, duas avaliações, uma oral e outra escrita, foram aplicadas com peso variando entre um e cinco. (Peso 1 – Desempenho Insuficiente; Peso 2 – Desempenho Fraco; Peso 3 – Desempenho Regular; Peso 4 – Desempenho Bom e Peso 5 – Desempenho Excelente).

Problema 2: Estudantes que utilizam a técnica do hipertexto matemático – Hipermat sentem-se motivados para o estudo da matemática?

Nesta etapa foi aplicado com os estudantes envolvidos um questionário para saber seu grau de interesse, antes e depois, do conhecimento da ferramenta Hipermat. Observa-se que nessa etapa apenas os estudantes que utilizaram a ferramenta Hipermat foram consultados. Este questionário apresentava duas perguntas:

Pergunta 1: (feito antes da aplicação da ferramenta Hipermat) Qual seu grau de interesse pelo ensino da matemática?

Pergunta 2: (feito depois da aplicação da ferramenta Hipermat) Qual seu grau de interesse, agora, pelo ensino da matemática?

As respostas foram divididas em pesos variando de 1 a 4 (Peso 1 – Sem interesse pela matéria; Peso 2 – Pouco interesse pela matéria; Peso 3 – Razoável interesse pela matéria; Peso 4 – Total interesse pela matéria).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância de construir novos modelos para o ensino da matemática é um fato extremamente prioritário para que possamos obter resultados satisfatórios e eficazes. Os conteúdos de aprendizagem devem propor ao estudante desafios e motivá-lo para descobrir novos caminhos. A cada momento o professor, como orientador nato, deve diversificar suas estratégias de ensino e interagir com seus alunos. O Hipermat traz uma nova forma de interação educativa – professor e aluno.

Uma interpretação construtiva do ensino do Hipermat é considerar o aluno um ser ativo, descobridor e curioso. Isso não significa promover para o aluno uma atividade compulsiva e nem atribuir ao professor um papel secundário. Pelo contrario, o Hipermat correlaciona a vontade de aprender do aluno com a capacidade que o professor tem de ajudá-lo a compreender novos conhecimentos.

Ao iniciar um determinado processo de aprendizagem o aluno já apresenta, intuitivamente, uma pré-disposição para realizar essa atividade. E foi com essa perspectiva que desenvolvemos um modelo não linear e sem padrões seqüenciais para o ensino da matemática, particularmente, nas áreas de conjuntos e funções.

Nosso trabalho visa comprovar que o Hipermat é um suporte adequado para a melhoria da aprendizagem com estudantes do nível básico de ensino. E dois problemas foram levantados para comprovarmos a eficácia do Hipermat:

- Problema 1: Existe diferença na aprendizagem da matemática entre alunos que utilizam o Hipermat com os que não utilizam?
- Problema 2: Estudantes que utilizam o Hipermat sentem-se motivados para o estudo da matemática?

No problema 1, através de duas avaliações aplicadas aos grupos de controle e ao grupo experimental subdivididos nos níveis X e Y. Constatamos as seguintes médias finais:

TABELA 5: Médias das avaliações (escrita e oral) por grupo.

	Grupo de Controle		Grupo Experimental	
	Nível X	Nível Y	Nível X	Nível Y
Avaliação Escrita	3,04	3,32	3,88	4,08
Avaliação Oral	2,68	2,96	3,52	3,76

Fonte: Elaboração do Autor.

Utilizando o teste *t de Student para variâncias equivalentes*, com nível de significância de 5%, comprovamos existir diferença estatisticamente significativa entre as médias dos pesos do método tradicional e o do método Hipermat, em todos os casos: Avaliação Escrita – nível X (*p value* = 0,041505); Avaliação Escrita – nível Y (*p value* = 0,027763936); Avaliação Oral – nível X: (*p value* = 0,030968154) e Avaliação Oral – nível Y: (*p value* = 0,011689723). Daí, afirmamos que os resultados obtidos pelos estudantes nas avaliações, tanto escrita como oral, pelo método Hipermat é estatisticamente superior.

No problema 2, o objetivo era saber se o grau de interesse pela matemática aumentou após a utilização da ferramenta Hipermat. O estudante sentia-se motivado para o ensino da matemática?

Utilizando o teste *t-student para dados empareados*, com nível de significância de 5%, comprovamos existir diferença estatisticamente significativa nas médias dos pesos do grau de motivação, antes e depois da aplicação do Hipermat, nos dois casos estudados: Nível X – Método Hipermat ($p\text{-value} = 0,000383648$) e Nível Y – Método Hipermat ($p\text{-value} = 0,000316829$). Daí, comprovamos que o grau de interesse dos estudantes aumentou, pela matéria matemática, após a utilização da ferramenta Hipermat.

5 CONCLUSÃO

O Hipermat é de fato uma ferramenta eficaz no ensino da matemática, pois possibilita a construção de dados com acesso associativo, imediato e intuitivo. O estudante sente-se mais interessado na matéria pelo motivo do próprio ter domínio sobre os passos a seguir. A curiosidade desperta no estudante uma nova maneira de aprender e, conseqüentemente, leva esse estudante a buscar nossos caminhos para o entendimento dos conteúdos abordados. Com o Hipermat o processo de ensino-aprendizagem fica muito mais divertido e atraente e faz com que essa relação professor – aluno seja interativa com o objetivo sempre de buscar e aprender novos conhecimentos.

A utilização do Hipermat na educação matemática dos estudantes da Escola Estadual Afrânio Lages no CEPA alterou profundamente as abordagens de ensino, a dinâmica das aulas e as formas de pensar tornando o processo de formalização matemática mais fácil e natural.

Acreditamos que esta nova metodologia de ensino da matemática – Hipermat – possa contribuir efetivamente para uma aprendizagem mais eficaz e significativa desta disciplina. E cabe ao professor de matemática valorizar, cada vez mais, a disciplina, tornando-a útil, criativa e prazerosa a fim de proporcionar um aprendizado eficiente e de qualidade.

O currículo da matemática desenvolvido nas escolas do ensino básico deve priorizar o pensamento matemático, o raciocínio lógico e intuitivo do aluno, não se limitando, apenas, a repassar conteúdos do professor para o aluno. O conhecimento matemático aprendido nas escolas deve servir para a vida e que seja capaz de formar pessoas úteis para a sociedade. Resta agora definir novas regras para aprimorar o currículo da matemática no ensino básico.

REFERÊNCIAS

- Devlin, K. J. (2003). **O gene da matemática**. (ed. 2). Rio de Janeiro: Record.
- Bolter, J. (1991), *Writing Space: The Computer, Hypertext, and the History of Writing*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Dreyfus, A.; Jungwirth, E.& Elovitch, R. (1990). Applying the “Cognitive conflict” strategy for conceptual change: some implications, difficulties and problems. **Science Education**, New York, v.74, n.5, p.555-569, out.
- Dykstra, D. (1992). Studying conceptual change: constructing new understanding. In: Duit, R.; Goldberg, F.& Niedderer, H. (Ed.). **Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies**. Kiel (D): IPN, p.40-58.
- Gil, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. (2002) 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Kako, M. (1994). **Hyperspace**. New York: Oxford University Press.
- Kamii, C. (1992). **Aritmética: Novas perspectivas – implicações da teoria de Piaget**. Campinas: Papirus.
- Larochelle, M. e Bednarz, N. (1994). À propôs du constructivisme et de l'éducation. **Revue des sciences de l'éducation**, 20 (1), 5-20.
- LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- _____. *O que é virtual?* Tradução Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, 1996.
- PIAGET, Jean. (1959) *Aprendizagem e conhecimento*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1975.
- _____. *O nascimento da inteligência na criança*. São Paulo: Zahar.
- _____. *A formação do símbolo na criança*. São Paulo: Zahar.
- _____. *Recherches sur l'abstraction rélléchissante*. Paris PUF, 1977. 2v. (Trad. no prelo: Artes Médicas] (1974)
- _____. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1978.
- _____. *Recherches sur la généralisation*. Paris: PUF, 1978.
- _____. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, n. 15, p.1-12,1972.
- _____. A linguagem e as operações intelectuais. In: *Problemas de Psicologia Genética*. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

_____. As operações lógicas e a vida social. In: Estudos Sociológicos. Rio de Janeiro: Forense, 1939.

POLYA, G. (1995). **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. (2. ed.), Rio de Janeiro: Interciência.

Ubiratan D'Ambrosio, (2002) **Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade**. 2.ed – Belo Horizonte: Autêntica.

Woolf, B. (1988). **Intelligent Tutoring Systems: A Survey** - Capítulo 1 de "Exploring Artificial Intelligence: Survey Talks from Natural Conferences on Artificial Intelligence". Howard, S. and American Association for Artificial Intelligence (Ed.) USA - Morgan Kaufmann Publishers Inc.