

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

EM SISTEMA DE CONHECIMENTO

SERGIO JUAREZ GODOY

**JOGOS EDUCACIONAIS NO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação em Sistema de Conhecimento.

Prof. Dr. Luiz Fernando Jacintho Maia

Orientador

Florianópolis, agosto de 2002

**JOGOS EDUCACIONAIS NO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

SERGIO JUAREZ GODOY

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Ciência de Computação na área de concentração SISTEMAS DE CONHECIMENTO e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Prof. Fernando A. Ostuni Gauthier, Dr.

Banca Examinadora

Prof. Luiz Fernando J. Maia, Dr.

Orientador

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Prof. Ilson Wilmar Rodrigues Filho, Dr.

AGRADECIMENTOS

Ao Professores Luiz Fernando Jacintho Maia, Dr. e João Bosco da Mota Alves, Dr., pelo apoio, orientação, amizade e indicação do caminho a ser seguido para a elaboração deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Luiz Fernando Jacintho Maia, Dr., Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr. e Prof. Ilson Wilmar Rodrigues Filho, Dr., pela avaliação e prestimosa colaboração.

Aos Professores Pedro Paulo Rodrigues e Werner José Bertoldi, da Universidade do Contestado – UnC de Curitiba, pelo apoio e ajuda para que se tornasse possível à busca desta graduação.

Aos companheiros professores da Universidade do Contestado – UnC de Curitiba pelo carinho e amizade.

Aos colegas do Curso, em especial, a Carlos Hector Gallego e Antonio Alberto Onetta pelo companheirismo e amizade.

À minha esposa Márcia e ao meu filho Filipe por participarem e compartilharem as emoções do dia a dia.

À minha família, em particular, Hélio, Semilda, Jurema e Abelário.

À UFSC, FACVEST pelo suporte e a todos que colaboraram, mesmo que anonimamente na realização deste trabalho.

A DEUS.

RESUMO

A qualidade na educação pode estar ligada a concorrência que a escola sofre do meio, através do avanço freqüente da tecnologia em atividades que dispersam a atenção e o interesse dos alunos pela escola.

Para equilibrar este processo a escola também precisa investir e avançar em modelos tecnológicos que permitam ao educando interagir, inclusive na escola, com estes elementos modernos de comunicação.

Todos sabemos das dificuldades que a escola enfrenta, com respeito a investimentos, assim é necessário que se busque alternativas que permitam o uso de softwares educacionais, de forma constante no desenvolvimento do processo ensino aprendizagem, valorizando os conteúdos e possibilitando a retomada do interesse do aluno pelas atividades educacionais.

A maioria das correntes pedagógicas, relacionam-se amigavelmente com o uso de tecnologias na educação, permitindo que através de ambientes de aprendizagem, esta aconteça de forma atraente e livre de pressões.

Os jogos educacionais podem ser uma alternativa a permitir esta interação, proporcionando a introdução da tecnologia no processo educacional.

Palavras-chave: Tecnologias Educacionais, Jogos Educacionais, Motivação, Simuladores.

ABSTRACT

The quality of the education can be on the competition that the school suffers from the environment, through the frequent advance of the technology in activities that disperse the attention and the interest of the students for the school.

To balance this process the school also needs invest and to advance in technological models that allow to educating to interact, in the school, with these modern elements of communication.

All we know of the difficulties that the school faces, with respect the investments, thus it is necessary that it searches alternatives that allow the use of educational softwares, of constant form in the development of the education learning process, valuing the contents and making possible the retaken one of the interest of the student for the educational activities. The majority of pedagogical chains, becomes friendly related with the use of technologies in the education, allowing that through learning environments, this happens of attractive and free form of pressures.

The educational games can be an alternative to allow to this interaction, providing the introduction of the technology in the educational process.

Key-words: Educational technologies, Educational games, Motivation, Simulators.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. Objetivo Geral.....	03
2.2. Objetivos Específicos	04
2. O COMPUTADOR E A PRÁTICA CURRICULAR.....	05
2.1. Simuladores.....	05
2.2.	
Fontes de Pesquisa.....	06
2.3.	
Aplicativos	08
3. SITUAÇÃO	11
4. HIPERTECNOLOGIAS	14
5. TEORIAS EDUCACIONAIS QUE PODEM SER APLICADAS AOS JOGOS.....	21
5.1. Jogos na Educação	22
6. A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM AMBIENTES INFORMATIZADOS ..	26
6.1. Princípios	26
6.2. Ambientes Informatizados e a Aprendizagem da Matemática.....	32
6.3. Características de Ambientes Informatizados Construtivistas	35
6.4. Algumas Questões Pedagógicas	38
7. OS JOGOS.....	42
7.1. Utilização.....	44
7.2. Reflexão	47
8. CONCLUSÃO.....	52
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
10. OBRAS CONSULTADAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

O papel desempenhado pela tecnologia nas diversas esferas da vida social tem sido largamente tratado tanto pela filosofia e pela sociologia quanto por outras áreas de estudo. As posições assumidas na análise do tema caminham dos herdeiros do romantismo, que criticam a civilização capitalista moderna por considerá-la responsável pela distribuição de padrões éticos e morais, ao extremo oposto, formado por grupos que vêem a tecnologia como mola propulsora do progresso social.

No campo educacional, a discussão do tema também ocorre acompanhando as duas posições antagônicas defendidas por ambos os grupos.

A informática é a tecnologia que atualmente maior pressão vem exercendo no sentido de alteração dos currículos escolares e também a que maior resistência tem encontrado por parte dos professores. Isso não significa, no entanto, que devemos tomar o computador como uma tecnologia isolada, desvinculada do processo social de sua produção e utilização.

A associação entre o currículo escolar e o mundo produtivo não é nova na história das idéias educacionais. No entanto, a partir da década de 70, a presença cada vez maior da informática na vida social tem dado novo alento à teoria do capital humano: por um lado, a escola precisa preparar seus alunos para um mundo cada vez mais informatizado; por outro, o conceito de informação profissional tem sofrido profundas alterações. A tônica do discurso, tanto em um quanto em outro caso, é a prescrição curricular vinda de fora, funcionando a escola como instrumento de formação para o mundo produtivo.

Ao tratar da necessidade de instrumentalizar os alunos para operar a informática, o discurso tecnológico desafia a escola a se modernizar, sob pena de se transformar em apêndice anacrônico da sociedade. Os currículos deveriam introduzir a informática, buscando familiarizar os estudantes com essa nova tecnologia e prepará-los para ingressar em um mercado de trabalho cada vez mais competitivo.

Ao nos perguntarmos se a escola deve se curvar às exigências do mercado de trabalho, introduzindo a informática em seus currículos, banalizamos as dificuldades postas a ela pela racionalidade científica. Transformamos em questão técnica de fácil resposta uma

relação que mereceria um maior aprofundamento. A questão fundamental talvez fosse pensar em como introduzir essa tecnologia em nossos currículos. E também aí corremos o risco de obter respostas óbvias, com infundáveis prescrições metodológicas, panacéias capazes de resolver todos os males por que passa o sistema educacional. Se quisermos fugir dessas pseudo-soluções a falsos problemas, precisamos buscar conceituar a tecnologia não como artefato técnico, mas com uma construção social, dialética em sua própria natureza. A partir daí, estaremos pensando um processo social no qual se constroem, conjuntamente, a tecnologia da informática e o currículo. Esse nos parece o requisito básico para que a entrada da tecnologia no currículo escolar transcenda uma mera instrumentalização do aluno para com ela lidar.

A tecnologia, ao mesmo tempo em que permite ao homem um maior domínio da natureza, tende a transformar a vida cotidiana em uma prática cada dia mais irrefletida. Assim, o impacto da modernização tecnológica sobre o cotidiano dos homens, exige que o saber técnico seja mediado pela prática histórica concreta, em que poder técnico e vontade política se articulem.

As inúmeras seleções envolvidas na formulação de qualquer currículo são creditadas ao progresso. É ele quem estabelece o que desse currículo são creditadas ao progresso. É ele quem estabelece o que deve ser tratado pela escola, é ele quem legitima todas as escolhas. Barnett (1992), ao discutir o currículo nacional inglês no que se refere à tecnologia, indica-nos o poder dessa tecnologia. Cita o autor a introdução do documento oficial. (por Aberkane:1997)

“Os alunos serão informados sobre os desenvolvimentos tecnológicos e sobre a maneira como a tecnologia vem mudando o mundo do trabalho e influenciando os estilos de vida. Eles aprenderão que as mudanças tecnológicas não podem ser revestidas e compreenderão seu enorme poder. Conhecimentos sobre tecnologia capacitarão os cidadãos para lidar com as necessidades do século XXI e para enfrentar as rápidas mudanças da sociedade”. (p. 91)

A racionalidade técnica, que vimos tratando até o momento como um fenômeno em geral, atualiza-se de forma diversa nas diferentes possibilidades de uso do computador na educação. Antes, porém, de abordarmos as implicações para o currículo de algumas dessas possibilidades, precisamos analisar a entrada do computador na escola em nível macro, no que diz respeito ao acesso dos diferentes grupos sociais à tecnologia.

Um simples exercício de olhar ao redor levar-nos-á a observar que a tecnologia da informática não se distribui de forma equitativa pelo conjunto das escolas brasileiras. Grande número de instituições de ensino particulares já utiliza, de alguma forma, o computador em suas salas de aula. Enquanto isso, nas escolas da rede pública, exceto as Universidades, a aplicação dessas máquinas em situação didática é, senão inexistente, bastante reduzida. A esse primeiro indício de diferenciação social, promovido pela entrada do computador na escola, somam-se outros. As diferentes possibilidades de utilização curricular dos computadores requerem recursos de hardware e software de preços também diferenciados. Assim, ainda que uma escola possua computadores em número suficiente para trabalhar pedagogicamente com os alunos, os programas que permitem maior interatividade e usos menos mecânicos da máquina têm custos muito elevados. Vislumbra-se, assim, uma nova desigualdade na utilização do computador. Em relação ao hardware, aplicações dos micros para, por exemplo, pesquisas on-line em redes internacionais exigem custos adicionais que, dificilmente, poderão ser bancados pelo sistema público de educação. Mas será que essas desigualdades esperadas nos currículos de diferentes grupos significarão um acirramento da diferenciação social? Ainda que o mercado de trabalho não precise, necessariamente, de padrões de formação que envolva a informática, certamente ocorrerá, e já está ocorrendo um aumento das credenciais exigidas pelo mercado em relação à tecnologia.

Estamos tratando, em última instância, da subordinação do currículo escolar a padrões ditados pelo mercado. A generalização da informática educativa leva, pela falta de condições concretas de os professores atuarem como produtores de seu material didático, a uma dependência em relação a um conjunto pré-empacotado. A escola corre o risco de se transformar em um mercado lucrativo, e o professor em um executor de programas fabricados por especialistas. Como lógica do mercado não pode ser a mesma do pedagógico, a falta de qualidade do material é esperada e já se concretiza em muitos programas atualmente à venda.

Buscando alternativas que permitam à escola avançar em sua busca por aplicações tecnológicas temos os seguintes objetivos:

1.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é salientar que os jogos educacionais podem ser instrumentos acessíveis de motivação da aprendizagem.

1.2. Objetivos específicos

- Argumentar que os jogos educacionais podem ser úteis no processo de motivação da aprendizagem.
- Observar a necessidade da pulverização do uso do computador nas escolas, motivando o processo de ensino aprendizagem, qualificando o educando e inserindo-o ao mercado.
- Observar a utilização de jogos educacionais.
- Apresentar modelos de jogos educacionais que possam ser utilizados no ensino da matemática.

Priorizando o cumprimento destes objetivos este trabalho será distribuído nos seguintes capítulos:

- O computador e a prática Curricular.
- Situação.
- Hipertecnologias.
- Teorias educacionais que podem ser aplicadas aos jogos.
- A aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados.
- Os jogos.
- Conclusão.

2. O COMPUTADOR E A PRÁTICA CURRICULAR

“Exemplificaremos, agora, com algumas possíveis utilizações do computador na escola, as implicações de seu uso sobre a prática curricular, considerando que esta ferramenta tem inúmeras aplicações.

2.1. Simuladores

As simulações são aplicações mais sofisticadas do computador para o desenvolvimento de determinado conteúdo do currículo escolar. Seus preços são, em geral, bastante elevados, especialmente nos programas de alta qualidade. Obviamente, somente dispõem desse material, cursos e/ou escolas destinados a uma parcela privilegiada da população.

Além da diferenciação social produzida pela iniquidade de acesso, as simulações em computador têm como princípio de atuação a redução do contato do aluno com situações reais. A idéia básica desse tipo de material é a da vantagem da representação sobre a realidade, a redução da experiência sensorial e física do fenômeno à sua representação matemática. Obviamente, todo modelo formal, por melhor que represente um fenômeno, é incompleto, simplificado. Nele, o mundo representado funciona à semelhança de uma máquina, e a resolução de qualquer problema proposto segue sempre regras técnicas. As simulações são conjuntos fechados em si mesmos, admitindo ao usuário pouca referência ao mundo externo, observável.

Do ponto de vista do conhecimento, os problemas desse tipo de abordagem são inúmeros. O uso de simulações, especialmente de fenômenos sociais, cria, para o aluno, um padrão de interpretação da realidade segundo um modelo causal, matemático e pré-definido. Por mais variáveis que o programa leve em conta na simulação do real, a visão objetivista do conhecimento não deixa espaço para a compreensão do processo social de sua construção. Sempre que uma certa variável for alterada, um determinado resultado será obtido. Poder-se-ia obstar que variáveis éticas e valorativas são consideradas como causas de determinados

resultados. Perdem, assim, seu caráter valorativo e passam a funcionar como elemento objetivo.

2.2. Fontes de Pesquisa

Por sua imensa capacidade de armazenamento de dados, o computador tem sido largamente utilizado para catalogação de informações. As vantagens de acesso mais rápido ao conhecimento e de redução do espaço requerido para o armazenamento do material, têm feito com que os bancos de dados computadorizados se transformem no instrumento ideal de pesquisa. A possibilidade de comunicação remota dos dados contidos nesses bancos, através de redes internacionais como a Internet, faz com que a contribuição da máquina à pesquisa seja ainda maior. Com o auxílio dessa tecnologia, qualquer estudante teria acesso às bibliotecas de todo o mundo, para pesquisar sobre um determinado assunto, assim como há grupos de interesse nos quais milhares de pessoas debatem diversos temas.

Parece-nos ser essa a utilização mais promissora do computador na escola, não apenas permitindo que os currículos escolares sejam enriquecidos por informações catalogadas em diferentes centros, mas favorecendo o nucleamento desses currículos por atividades de pesquisa. No entanto, algumas questões precisam ser levantadas.

O primeiro ponto crucial diz respeito ao acesso do usuário às facilidades de utilização das redes. Obviamente, o principal determinante desse acesso relaciona-se aos custos dos equipamentos necessários. No entanto, ainda que o usuário tenha todos os recursos exigidos para a conexão, resta o desafio de saber como fazê-la. Parece óbvio que tal situação poderia ser resolvida com um processo instrucional, o que seria bastante simples. Mas a realidade tem nos apontado o erro dessa obviedade. Ainda que a tecnologia de redes já esteja disponível no país há alguns anos e muitas universidades disponham de recursos de hardware suficientes, quantos de nossos colegas pesquisadores universitários sabem fazer uso dessa ferramenta? Como compreender essa desqualificação? Parece-nos tratar-se de um mecanismo de reserva de informação, visando à manutenção do poder hegemônico. Funciona como um processo disfarçado de apropriação privada do público que, por ser escasso, tem seu acesso dificultado à grande maioria. O desafio de devolver ao público esses instrumentos que a ele pertencem é o ponto inicial de qualquer proposta curricular com a utilização de recursos das redes computacionais.

Um segundo ponto que julgamos importante assinalar, diz respeito à relação estabelecida entre aluno e o conhecimento. Já assinalamos a objetivização cientificista do conhecimento propiciado pela ideologia que envolve o computador como artefato social. Na rede, esse caráter fica ainda mais pronunciado. O acesso a dados remotos, provenientes dos Estados Unidos ou de países europeus, empresta às informações coletadas na rede, o valor de verdades absolutas. Trata-se de dados aceitos como brutos, não manipulados e, portanto, acima de qualquer suspeita. Não percebemos que a fração do que acessamos é restrita e que essas restrições nos são impostas pelos próprios mecanismos técnicos de busca do conhecimento na rede. Vamos a um pequeno exercício: entremos na rede com dois procuradores de informação diferentes e digitemos o mesmo conjunto de palavras-chave. O que temos como resposta? Uma série de referências bastante diferentes. O conhecimento mundial armazenado na máquina e que estamos acessando, supostamente sem interferências externas, é função de sistemas de catalogação e de procura fornecidos pelas mais diferentes empresas do mercado.

Sigamos em frente em uma dessas listas. Busquemos a primeira referência. O que temos? Um outro menu de conexões possíveis. Façamos a nossa escolha, dentre as possíveis. O que aparece? Novas opções. E assim podemos pesquisar na rede por horas a fio sem que deparemos com qualquer informação. Somente uma sucessão de ligações, uma seqüência de escolhas que mascaram o caráter determinado daquilo que obtemos como conhecimento. Fica-nos, ao final de várias horas em contato com “o mundo”, a pergunta mais perturbadora: Determinado por quem? Segundo que padrões ou interesses? Pela lógica anárquica da rede é a resposta.

Mas que anarquia é essa? Se a utilização das informações contidas na rede já exige padrões de formação não disponíveis para a maioria das pessoas, atuar como produtor de mensagens é ainda mais complicado. Embora a rede nos permita criar páginas nas quais podemos dizer o que bem entendemos, sem praticamente nenhum controle, a tecnologia envolvida em sua construção é complexa e dominada por poucos. Com isso, o discurso da rede é praticamente todo dominado por instituições universitárias e de pesquisa, estando os grupos ligados à tecnologia mais bem representados, assim como por empresas comerciais. Isso faz com que o navegar aleatório pela rede não seja assim tão aleatório. Por exemplo, inúmeras são as referências a currículo na Internet. Uma simples busca nessas referências, no entanto, faz com que nos deparemos com uma grande quantidade de textos sobre como construir e/ou implementar currículos, com ênfase especial na utilização de tecnologias. Ou

seja, mesmo o conhecimento produzido nas universidades chega à rede depois de selecionado por determinados padrões.

2.3. Aplicativos

Os aplicativos mais populares são os editores de texto, seguidos das planilhas e os bancos de dados. Algumas escolas introduziram o estudo da informática por meio de cursos sobre como manejar tais ferramentas. Delas, os editores de texto são os que mais têm propiciado a interação entre essa disciplina específica e as demais atividades que compõem o currículo escolar. Apesar de sua utilização eminentemente instrumental na escola, algumas advertências acerca da utilização dos editores de texto como ferramenta para a escrita, parecem-nos importantes.

Primeiramente, ressaltamos que os editores de texto são programas construídos para transformar o computador em uma máquina de escrever com muitos recursos adicionais. Obviamente, no processo de sua elaboração, algumas opções são realizadas, o que faz com que cada editor contenha uma visão do que seja escrever. Essa sucessão de escolhas feitas pelos programadores fica patente quando observamos as diferenças de recursos entre os produtos similares. Que critérios guiaram tais opções? Como estamos falando de produtos comerciais, é o mercado quem, em última instância, define as possibilidades de utilização de cada programa. Inúmeros são os levantamentos levados a cabo pelas grandes empresas internacionais de software antes da elaboração de novas versões de seus instrumentos.

Mas o que vem a ser isso que denominamos de uma visão do que seja escrever? Que nova lógica presidiria a redação de um texto pelo uso do computador e dos editores de texto? Um ponto essencial a ressaltar é a inquestionável importância que assume a forma em detrimento do conteúdo. A primeira coisa que devemos fazer ao sentar-nos diante da máquina para escrever é definir os aspectos formais do texto. Antes mesmo da existência de algo a ser dito, escolhemos letras, margens, espaçamento. Poderíamos perguntar: e que mal há nisso? Qual a relação disso com a qualidade do que será dito? Talvez não haja mesmo nenhum problema na preocupação com a forma do texto, mas em geral podemos observar que o fato de estar diante de inúmeras possibilidades faz com que o usuário se escravize à forma. Qualquer professor que lide diariamente com alunos que têm acesso ao computador, já se acostumou a receber trabalhos com capas cheias de desenhos, coloridos ou não, vários

tamanhos de letras, negritos, itálicos. Por vezes, chegamos a imaginar corretamente que a composição gráfica do material consumiu mais tempo e esforço do que a elaboração de seu conteúdo. Essa não é apenas uma realidade de adolescentes em idade escolar. Em muitos locais de trabalho, a entrada do computador tem feito com que a elaboração de relatórios e documentos consuma um tempo anteriormente não demandado.

Se a preocupação obsessiva com a forma escraviza-nos em relação às potencialidades da máquina, o produto impresso alegra-nos por sua limpeza. Qualquer rascunho de primeira hora parece pronto para publicação. Não há menor diferença visual entre o texto acabado e suas versões iniciais. Arriscamo-nos a ler um rascunho como se fosse um texto já burilado e isso certamente dificulta nosso processo de correção. Mas se desejarmos corrigir o texto, novas facilidades nos são apresentadas pela máquina. Apagamos partes de frases, substituímos palavras ou expressões com tamanhas desenvoltura e facilidade que esquecemos de aprimorar os argumentos centrais que desenvolvemos. Corrigir passa a ser sinônimo de atuar sobre o formal, esquecendo o substantivo. E a cada nova versão vamos perdendo as anteriores. Ao contrário do texto no papel, não podemos (ou normalmente não procuramos) manter nossas rasuras. Cada nova construção substitui a anterior como erro. O processador não tolera a ambigüidade ou a dúvida.

O processo de escrever reconfigura-se. Estamos diante da lógica do corte e da colagem. O texto é dividido em fragmentos que nos são apresentados na tela. O pequeno monitor permite-nos ver uma parte daquilo que seria o texto. Um fragmento em qualquer ordem. Podemos abrir na tela várias janelas e em cada uma delas visualizar um desses fragmentos. Fracionamos os textos, colamos uma parte nas outras e construímos um novo texto. Uma nova peça a ser atomizada. A construção do conhecimento passa a se guiar pelo rearranjar de velhas frações de discursos já feitos.

Pronto o texto, o uso do computador oferece-nos recursos de correções ortográficas e gramaticais. A primeira se faz pela comparação dos termos utilizados no texto com um banco de palavras, ao passo que a segunda é realizada por programas que analisam o texto de acordo com regras gramaticais transformadas em padrões de comparação. Tanto em um quanto em outro caso, embute-se a possibilidade de correção do texto sem a apreensão de seu sentido, segundo modelos predefinidos. Tais modelos embutem uma forma padronizada, eliminando por completo a figura do autor em prol da assepsia do texto. O texto, como produção cultural, perde sua função comunicativa; suas possibilidades conotativas não cabem na máquina “. (Macedo, 39:53)

Na busca da interação do uso do computador na sala de aula, o uso de simuladores de jogos matemáticos, dentre diversos outros, sugerimos o “Quadrado Mágico” e “Triângulo Mágico”, que são instrumentos acessíveis e que permitem agilizar e motivar a criatividade do aluno na busca de soluções de problemas matemáticos, bem como facilitar uma tomada de consciência importante, a reflexão sobre suas soluções e pesquisa de mecanismos que generalizem estas soluções, que permitirão a resolução de problemas futuros.

Acredito que os jogos matemáticos têm um papel muito importante na construção de um raciocínio aguçado que muito irá contribuir na vida acadêmica de nosso aluno.

Como poderemos verificar nas experiências, citadas adiante, o uso do simulador em muito facilitou aos alunos na busca destas situações.

3. SITUAÇÃO

“A informática, hoje, tem uma participação muito grande em diversos ramos da atividade humana. Mais que isso, ela é indispensável nas áreas em que é introduzida.

A expressão informática foi criada recentemente pelos cientistas Phillipe Dreyfus e I. Michailov. Mas os computadores datam de mais de 40 anos, quando foram criados eram máquinas com mais de 30 toneladas. Hoje, após uma grande evolução, um microcomputador pode ser carregado manualmente, dado sua leveza.

Os computadores da primeira geração eram construídos com válvulas; já os da segunda utilizam transistores. Os da terceira e Quarta geração que estamos vivendo, tiveram um avanço considerável, com a exploração feita pelas grandes como a IBM (International Busines Machines), a Sperry Rand, a Digital, a Unysis, a Honeywel Bull, as empresas japonesas e, das brasileiras, a Cobra Computadores e a SID, só para citar exemplos.

Hoje, caminhamos para o computador de quinta geração. O Japão pretende, em breve, atingir um estágio de desenvolvimento tal que, baseado nos princípios de inteligência artificial, produzirá os chamados “computadores inteligentes”.

Nos países industrializados, a presença de computadores é constante nos supermercados, nos bancos, nas indústrias, nos escritórios, e também na educação. A transformação desejada na sociedade vai requerer uma reformulação dos hábitos e da divisão do trabalho, para que possamos atingir, através da igualdade de oportunidades, uma sociedade abastada e feliz.

Nos Estados Unidos, os resultados têm sido surpreendentes: crianças de seis a sete anos já estão familiarizadas com o computador. O método tem sido usado, também com grande sucesso, na recuperação de crianças deficientes. Além disso, o uso de robôs, é bastante expressivo nas escolas americanas. No Brasil, já temos algumas Universidades onde isso ocorre.

A França lançou, na década de 70, a partir de alguns estudos, a Linguagem Simbólica de Ensino – LSE, onde se procura detectar as três características principais no processo ensino/aprendizagem através do computador: interatividade – entre o aluno e a

máquina; individualidade – o aluno faz o seu próprio tempo; e disponibilidade – a flexibilidade de horários.

No Brasil, com os graves problemas que atravessamos na área de educação, a utilização do computador surge como uma grande esperança.

Embora existe, ainda, muita resistência à utilização da máquina no ensino. Alguns alegam que as operações e os cálculos matemáticos desenvolvem a capacidade de raciocinar; outros apontam o perigo da dependência que se pode estabelecer. Em contra partida, inclusive entre os educadores, há os que defendem a máquina, baseando-se no princípio de que à mente humana devem caber tarefas muito mais elevadas e complexas que a de executar a operação de calcular, como, por exemplo, a de decidir que tipo de operação deve ser feita, pois a inteligência humana só funciona quando ocorre uma situação nova. As operações, quando automatizadas, não envolvem o raciocínio.

A aplicação da informática na educação requer grandes investimentos nas áreas de ensino e pesquisa, para que haja interação de todo processo tecnológico com a sociedade. Desde que foi sancionada a lei 7232/84 (Lei da Informática), essa preocupação tornou mais premente. O Ministério da Educação já tem estabelecido a sua Política de Informática na Educação, onde dimensiona a preocupação com a formação de recursos humanos na pesquisa e no desenvolvimento sócio - econômico e, ainda, com o uso da informática como instrumento de agilização e operacionalização de programas do ministério.

O projeto EDUCOM (Educação com Computadores), procurou testar as potencialidades do computador como instrumento de aprendizagem e também, para reformular o sistema tradicional de ensino, que, segundo opinião dos responsáveis pelo projeto, tornou-se obsoleto. O seu organograma previa num prazo curto a implantação e avaliação do projeto, incluindo desde a preparação de material pedagógico ao completo entrosamento do aluno com o computador. Do que se fez, poucos ficaram sabendo. O Brasil não é muito forte em matéria de avaliação.

Julgam os especialistas que a utilização da informática na educação se realizará de forma adequada e produzirá os efeitos benéficos desejados. Afinal, o homem deve preparar-se para o futuro desconhecido e imprevisível que o espera em que o computador terá dados equivalentes a 16 mil cérebros humanos e estará ao seu alcance a um preço extremamente baixo.

Em outras palavras, o Brasil está diante de uma encruzilhada: ou mantém as atuais estruturas de ensino e condena o país ao atraso e ao subdesenvolvimento, ou adota procedimentos muito firmes de mudança, transformando a educação com modernas tecnologias. O que vai determinar a qualidade do ensino, futuramente, será não apenas a formação adequada do professor, mas, também, a compreensão de que é preciso colocar nas salas de aula algo mais que giz e quadro-negro”. (Niskier, 99:105)

Segundo Niskier, (Niskier, 1993, 103) Fiz recentemente uma visita a dois países importantes e vale a pena referir a essas experiências, com o cuidado de não colocar aqui comparações indesejáveis. Passei 10 dias no Estado de Israel, verificando o que se faz em matéria de utilização do computador em educação. Depois passei uma semana na Itália pelo mesmo motivo. Se o mundo despertou para as virtualidades do computador, não é possível que estejamos desconfiados, de forma ridícula, diante da perspectiva que “a máquina vai substituir o homem”, ou que “o professor vai perder seu emprego”, ou ainda, que “nós temos que redefinir as funções do professor e os objetivos da educação porque o computador pode prejudicar a formação dos educandos através da substituição dos mestres”. Isso não existe em nenhuma nação desenvolvida; esse tipo de preocupação é fruto de mentalidades subdesenvolvidas.

4. HIPERTECNOLOGIAS

Segundo Clunie, (em Gravina,1996), a rápida expansão do conhecimento aponta para a necessidade de processos educativos que visem o desenvolvimento de habilidades para localizar e processar o conhecimento ao invés da simples memorização de fatos. O grau de integração de novas tecnologias no currículo educativo depende, inicialmente, da atitude dos grupos que provêm e recebem a educação.

Atualmente, o computador e as tecnologias correlatas são usados como ferramentas de mediação entre o homem e o conhecimento, para diferentes fins, e em diferentes contextos. Isto tem aberto diferentes possibilidades de uso das novas tecnologias da informação. Certamente, a educação não escapa a esta realidade, pois novas tecnologias de informação são utilizadas nos processos de ensino e aprendizagem das mais distintas maneiras, para atingir objetivos diferentes.

A aprendizagem é uma variável dependente dos aspectos cognitivos, afetivos e sociais. Não pode ser explicada unicamente pelo investimento no objeto do conhecimento, nem tampouco, exclusivamente pelas estruturas cognitivas. Mais ainda, esses aspectos não ocorrem dissociadamente.

Recentemente, os pesquisadores têm começado a visualizar o processo de aprendizagem como a integração de processos dinâmicos de múltiplas origens. Entretanto, a aprendizagem não é um processo solitário. O ambiente no qual o aluno está inserido influencia na dinâmica das etapas vivenciadas para a aquisição de conhecimento ou de habilidades, sejam estas cognitivas ou não. No caso da escola, professores, colegas e materiais pedagógicos influenciam este processo.

A expansão do uso dos computadores, aliada ao surgimento de novas tecnologias, em nosso caso, as hipertecnologias, confirma as possibilidades e os recursos nos quais a educação pode se apoiar para a formação efetiva do cidadão requisitado pela nova sociedade.

Considerando o fato que o ambiente influencia a aquisição de conhecimento e de habilidades, o aluno deve aproveitar as vantagens e o potencial oferecido pela informática e as telecomunicações.

As perspectivas do uso de múltiplas alternativas tecnológicas na educação são cada vez maiores e mais promissoras. Técnicas de inteligência artificial, processos distribuídos, sistemas baseados em conhecimento, desenvolvimento de interfaces gráficas, hipertexto-hipermídia, redes educativas, aprendizagem cooperativa, entre outras, oferecem um enorme potencial e colocam à disposição dos educadores meios que provavelmente nunca imaginaram que poderiam ser utilizados no processo ensino-aprendizagem. A sociedade pós-industrial, entretanto, apresenta desafios que visam o desenvolvimento de estratégias que permitam implementar de modo racional e oportuno as novas tecnologias da informação na educação.

Os sistemas de hipertecnologias têm incidência em todas as áreas do saber humano. No entanto, algumas áreas, mais do que outras, são favorecidas com estas possibilidades; tal é o caso da educação.

Na evolução tecnológica, pode-se observar que não há uma substituição de tecnologias, mas uma acumulação que obriga a uma redefinição contínua de suas aplicações e funções, segundo a presença e possibilidades de acesso e uso. Assim, as hipertecnologias podem ser:

"Ferramentas das telecomunicações e da informática, que ampliam as capacidades do ser humano de se comunicar, representar, acessar, recuperar, processar e manipular informações, transformando a realidade em todas suas manifestações além de fronteiras: tecnologias hipermídia (hipertexto-multimídia), redes de informação baseadas nas telecomunicações e sistemas e produtos de suporte à aprendizagem cooperativa".

As hipertecnologias têm como meta essencial tornar mais eficiente as comunicações, a armazenagem, o acesso, o processamento, a recuperação e a representação das informações, que podem apresentar-se em diversos formatos como texto, imagem, áudio, vídeo e animação, permitindo a transmissão de informações além de fronteiras e a comunicação entre pessoas através de grandes distâncias.

Contrariamente ao que se poderia supor, hipertecnologias não tratam somente daqueles recursos que têm o prefixo "hiper". Normalmente, sistemas de banco de dados constituem o eixo central no tratamento dessas informações. As três frentes de atuação concebidas nas hipertecnologias são: hipermídia (hipertexto - multimídia), telecomunicações e aprendizagem cooperativa.

Dentre as aplicações da hipermídia na educação apresentamos as seguintes: representação do conhecimento, ferramenta cognitiva, exploração lúdica, trabalho cooperativo, representação da realidade, motivação, aprendizagem por descoberta, criação de histórias e integração de recursos.

Com relação às possibilidades educacionais das telecomunicações e as ferramentas de suporte à aprendizagem cooperativa destacamos : ensino à distância através de conferências eletrônicas e correio eletrônico, cognição distribuída, sala de aula eletrônica, quadro de avisos, auxílio ao trabalho em equipe, trabalho concorrente.

Atualmente, as hipertecnologias apresentam-se no panorama educacional como valioso agente para apoiar e facilitar os processos de ensino e aprendizagem, facilitando a elaboração de idéias através da combinação de diversas modalidades de informação.

Novas tecnologias devem ser utilizadas na criação de ambientes de trabalho que favoreçam a aquisição e o desenvolvimento de habilidades, sejam elas cognitivas, artísticas ou motoras.

Um ambiente deve fornecer meios adequados a diferentes situações e requisitos de aprendizagem favorecendo um conjunto de possibilidades de criação de situações de aprendizagem: fazer deduções e inferências, realizar análise e síntese de informação, estruturar, formular e modificar modelos mentais, utilizar heurísticas, regras e intuição na solução de problemas, transferir estratégias de solução de problemas, identificar contextos semânticos, formular hipóteses, avaliá-las e modificá-las.

O ambiente precisa considerar a aprendizagem não de um modo convencional, a partir de uma perspectiva de ensino, mas a partir da perspectiva do aluno. Se desejarmos compreender a aprendizagem, e o que é aprendido em qualquer interação, devemos pesquisar sob a visão do aluno. Toda a interação deve ser tratada num espaço de buscas onde a aprendizagem básica é processada mediante "porções de conhecimento". Assim, soluções de problemas levam à geração de novas "porções" de conhecimento.

Os ambientes engajam os alunos em situações de aprendizagem onde interagem com vários agentes, que podem ser seres humanos ou agentes simulados pelo computador . Assim a aprendizagem pode ser gerada a partir de diferentes meios.

Um ambiente precisa proporcionar ao aluno o poder escolher o seu próprio caminho educacional através de uma consistente e sugestiva interface que incorpore agentes de navegação. O controle do aluno permite que alunos aprendam de acordo com o seu próprio

ritmo (ou que os ambientes acompanhem a aprendizagem do aluno), e que o ensino se oriente pela satisfação das necessidades e interesses pessoais.

O controle do aluno também estimula um conjunto de resultados afetivos, que incluem: aumento dos níveis de atenção, atitudes mais positivas, diminuição da ansiedade. Contudo, talvez o maior resultado afetivo esteja refletido na autonomia do aluno para criar o seu próprio conhecimento.

Isto pode ser atingido pela liberdade de exploração que o aluno tem ao possuir o controle de seus trabalhos no ambiente.

Esses recursos facilitam a elaboração e enriquecimento das situações de aprendizagem, enquanto promovem um processamento cognitivo mais profundo e mais elaborado.

Para promover o desenvolvimento de habilidades de pensamento, é desejável que o ambiente favoreça a motivação e ofereça de maneira natural oportunidades para desenvolver tais habilidades. Isto pode realizar-se através de jogos. Jogos são brincadeiras mais sofisticadas que fazem parte do dia a dia, e são componentes fundamentais da criatividade. A função do jogo é treinar o sujeito para a convivência social no mundo regido por leis que precisam ser conhecidas, simulando situações que ele vivencia, onde pode extrapolar o concreto. Jogos educativos são considerados potencializadores de motivação no reforço de habilidades e informações previamente ensinadas. Um único jogo pode desenvolver e aperfeiçoar diversos tipos de conceitos, sendo aplicável em diversas áreas do conhecimento.

O desenvolvimento cognitivo é um processo social, a interação entre seres humanos tem um papel importante no desenvolvimento das operações lógicas. Logo, a cooperação influencia significativamente na visão do mundo do aluno e permite-lhe evoluir de uma perspectiva subjetivista para a objetividade.

O ambiente poderá constituir uma excelente oportunidade para que trocas, individuais e grupais, aconteçam. Na medida em que o aluno participa, cada vez mais, vai sendo capaz de perceber o "eu" e o "outro". Isto se torna fundamental para o desenvolvimento da autonomia.

Ainda que os principais participantes do processo educacional estejam distanciados uns dos outros, o professor dos alunos e os alunos entre si, e que os diversos indivíduos envolvidos não trabalhem simultaneamente e não disponham do mesmo tempo, as comunicações respondem concretamente a problemas que surgem devido ao distanciamento

geográfico e à defasagem de horário. Elas potencializam uma proximidade relacional não baseada em fatores geográficos, os ambientes deverão permitir diversas formas de interação. Os alunos podem receber dados multimídia - texto, sons, imagens fixas e animadas - através de formas de acesso simples e variadas.

A partir da definição das características privilegiadas que um ambiente precisa oportunizar, podemos destacar diferentes situações:

- **Módulo Contextual:**

O módulo contextual identifica os diversos ambientes de trabalho. A escolha de um ambiente pode depender da repetição ou continuidade de um conjunto de condições que envolvem novas demandas, oportunidades ou limitações. Os ambientes contidos são:

Ferramentas: podem ser internas ou externas.

Internas: incluem programas de autoria (hipertexto), processadores de texto, editores de texto cooperativos, programas de desenho, ilustração, animação, pacotes de suporte integrado (banco de dados, planilha eletrônica e outros).

Externas: contêm correio eletrônico (local e à distância), NetScape (WWW), WinTalk (para conversação à distância) e Chat.

Softwares educacionais: são programas de computador desenvolvidos com intenção educacional ou para dar suporte ao conteúdo de disciplinas específicas.

Jogos: que têm sido identificados como facilitadores do processo de construção do conhecimento. São programas de computador que, mesmo que tenham sido desenvolvidos para lazer e diversão, trazem implícitas características que ajudarão o aluno a construir ou descobrir conhecimento.

O módulo contextual implica um todo complexo de conhecimento, habilidades, metas e sensações. Ele não se limita ao contexto.

- **Módulo de Trabalho Escolar:**

O módulo de trabalho escolar identifica as diversas visões do aluno em relação ao trabalho a ser realizado e ao processo de aprendizagem.

- **Módulo de Ensino/Aprendizagem:**

A principal função refere-se à identificação de metas. Enquanto no módulo de trabalho escolar as metas são definidas pelo aluno, no módulo de ensino/aprendizagem as metas são

definidas pelo professor. Acontece, portanto, uma aprendizagem intencional, mas do ponto de vista do professor. É composto de: módulo de controle, modelo do aluno, modelo do professor, base de regras, base de perguntas e respostas. O módulo de ensino/aprendizagem assiste e gerencia o trabalho do aluno, seleciona uma estratégia no modelo do professor e reavalia o modelo do aluno com relação à sua atividade dentro de um determinado contexto.

- **Arquitetura:**

Combinar um conjunto de visões e filtros. Visões apresentam as diversas possibilidades de trabalho dos usuários seja com ferramentas, com aplicativos, com software educacional ou com jogos. O usuário pode acessá-los por meio de filtros, que estabelecem a área de trabalho ativa.

As informações com relação à seleção e ação são embutidas dentro de mensagens enviadas através de uma cadeia de filtros, cada um dos quais responde à mensagem mediante a execução de uma ação. A arquitetura deve considerar: a interface de trabalho, os ambientes de aprendizagem, o assistente e os repositórios de objetos .

Interface: possibilita o acesso e facilita a navegação entre os diversos ambientes. Combina as diferentes visões e os entendimentos dos alunos com relação às atividades a serem realizadas.

Ambientes de aprendizagem: constituem o foco. Precisam conter um componente lúdico, de comunicação à distância, de construção e de cooperação. Juntos viabilizam os trabalhos dos alunos nas distintas situações de aprendizagem.

Assistente: assiste e gerencia o trabalho do aluno num determinado contexto. Assiste a navegação em documentos hipermídia criados em Toolbook. Disponibiliza para o professor uma base de regras segundo um modelo de regras de produção. As cláusulas destas regras são definidas de acordo com cada documento hipermídia.

Repositórios de objetos: armazenam os objetos necessários para o funcionamento do ambiente e os que resultam dos trabalhos desenvolvidos nas distintas atividades e situações de aprendizagem dentro dos distintos ambientes.

Em um ambiente de hipertecnologias, o aluno constitui-se no eixo da sua própria aprendizagem e o professor tornar-se guia e facilitador dessa aprendizagem, ao contrário da visão tradicional do professor como universo do conhecimento.

O ambiente poderá constituir um momento educacional que oferece completa e total exploração da situação de aprendizagem, e onde os ambientes contidos podem atender diferenças individuais.

O ambiente auxilia o aluno em processos cognitivos complexos. O resultado da integração das tecnologias de hipermídia, telecomunicações e de suporte à aprendizagem cooperativa ampliam e dão suporte à cognição humana, sendo que habilidades aprendidas em um contexto ou ambiente podem ser transferidas a outros ambientes ou contextos. Isto leva o aluno a raciocinar melhor, pensar mais efetivamente, resolver problemas e desenvolver novas habilidades de aprendizagem.

Através de um ambiente de aprendizagem baseado em hipertecnologias, poderemos ter um forte aliado do processo educacional. Alunos e professores poderão construir conhecimentos juntos, de modo individual ou coletivamente com outros parceiros. A distância já não é mais problema. Só resta que, aqueles que têm o poder decisório, contribuam para que as hipertecnologias cheguem às salas de aula e sejam aproveitadas na construção dos diversos tipos de aprendizagem.

5. TEORIAS EDUCACIONAIS QUE PODEM SER APLICADAS AOS JOGOS

Segundo Roman, 2001, que cita Piaget, “as pessoas ativamente constroem o conhecimento, isto é, elas constroem sistemas robustos de crença, a partir de suas experiências no mundo. Essa afirmação faz parte de uma teoria que Piaget denominou de Construtivismo, teoria que desenvolveu a partir da observação de crianças, mais especificamente, sua filha.

Assim, Piaget concluiu que a criança desenvolve a sua capacidade intelectual interagindo com objetos do ambiente onde ela vive e utilizando o seu mecanismo de aprendizagem. Isso acontece sem que a criança seja explicitamente ensinada.

Alguns anos mais tarde Papert, baseado na teoria Construtivista de Piaget, cria uma teoria aplicada à educação, a qual denomina Construcionismo.

A teoria do Construcionismo afirma que o aprendizado acontece especialmente quando as crianças estão engajadas na construção de um produto que tenha significado para elas, como um castelo de areia, um poema, uma máquina, etc. Quando as crianças constroem coisas no mundo exterior, elas simultaneamente constroem conhecimento dentro de suas cabeças.

Bons ambientes de aprendizagem tentam maximizar três coisas:

- **Escolha:** O aprendizado acontece com mais força quando os estudantes estão engajados na construção de produtos que tenham significado pessoal. Quanto mais escolha um estudante puder ter sobre o que construir ou criar, maior a probabilidade de engajamento pessoal e investimento na tarefa.
- **Diversidade:** É algo importante para um ambiente de aprendizagem em pelo menos dois sentidos: diversidade de habilidade e diversidade de estilo. Um ambiente de aprendizado rico inclui pessoas de vários níveis de habilidades, indo de novato a especialista.
- **Congenialidade:** O ambiente deve ser amigável e convidativo para o aprendiz. Acima de tudo deve ser tão livre quanto possível das pressões do tempo. A criatividade não pode ser ditada pelo relógio. Além disso, um bom ambiente de aprendizagem dá aos aprendizes tempo e espaço não só para fazer certos tipos de trabalhos construtivos, mas também para se

encontrar e formar relações com outras pessoas que estejam similarmente interessadas em fazer um trabalho assim.

Antagonicamente ao construcionismo, há também outra teoria, o Instrucionismo, desenvolvida por Skinner, a partir da observação de ratos e coelhos. Em sua teoria Skinner desdenhou qualquer ligação com a mente e seus conteúdos: tudo que importava, do ponto de vista dos Behavioristas, era que o organismo percebe um estímulo e responde a ele, ou que o organismo age de algum modo e é positivamente ou negativamente recompensado por agir assim. Na educação, a apoteose da perspectiva Behaviorista era a máquina de ensinar, a qual permanece central na Instrução assistida por computador hoje em dia.

Com relação a isso, Papert afirma que a instrução é como um medicamento forte. Se vier na hora certa e na dose certa, então pode ser de ajuda. Mas se administrado na hora errada (contra a vontade do aprendiz) ou na dose errada (muito pouco ou demais), então pode ser um obstáculo ou mesmo intelectualmente venenoso”.

5.1. Jogos Na Educação

“Toda moral consiste num sistema de regras e a essência de toda moralidade deve ser procurada no respeito que o indivíduo adquire por estas regras”.
Piaget

“São realmente os jogos úteis no auxílio à educação?

A resposta a esta pergunta não pode ser dada por uma única palavra. De certa forma, todo jogo é útil à educação, tudo depende do que se deseja ensinar.

Jogos de azar, por exemplo, apenas ensinam (geralmente de uma maneira perigosa), que se perdem umas e ganham-se outras. Jogos que visam condicionamento físico permitem uma maior interação entre os participantes e também passam uma noção de disciplina aos mesmos, ensinando (ou pelo menos pretendendo ensinar) o espírito do trabalho em grupo, a noção de equipe e a necessidade de colaboração.

Jogos deseducadores existem. São aqueles que se utilizam das mesmas armas dos jogos educadores mas, ou passam informações errôneas, ou simplesmente deturpam valores já adquiridos pelos participantes. Pode-se encontrar uma gama enorme de jogos desse tipo, são jogos onde é valorizada a distorção destes valores.

De modo algum se pode afirmar que a ação não é importante, ou é prejudicial. Também não podemos dizer que é essencial ou insubstituível. No geral ela é o tempero essencial para um bom jogo. É necessário que, a menos que se deseje apenas treinar reflexos do jogador, a ênfase de um jogo não deve estar nela.

Para que um jogo seja educacional, do ponto de vista intelectual, ele deve priorizar o raciocínio e, conforme já dito, ter ou não como tempero à ação. Como exemplo podemos citar o jogo de xadrez, que é excelente na arte de pensar e de raciocinar. Esse é um jogo que ajuda a desenvolver o raciocínio da pessoa. Ele pode não passar muita informação ao indivíduo, mas certamente ajuda a desenvolver sua capacidade de adquirir novas informações e, o que é mais importante, raciocinar sobre estas.

Vale notar que o jogo de xadrez, não possui o tempero da ação, e ainda assim é bom. Isso nos mostra que a ação não deve ser realmente, vista como elemento imprescindível ao jogo. Isso se deve à necessidade de se preservar a individualidade da pessoa, ou seja, assim como alguns irão preferir ter ação como tempero, outros não o farão. Assim, percebemos que, a oportunidade de escolha do estilo é também importante.

Com o advento do computador, um novo e amplo horizonte de possibilidades educacionais foi aberto. Foi possível, com o uso desta ferramenta, criar jogos educacionais com o tempero da ação. Esses jogos, geralmente vêm sob forma de simuladores do mundo real. O jogo consegue simular, embora de um modo simplificado, situações do dia a dia, momentos históricos, ou o funcionamento de algum modelo, que seja mecânico, biológico ou social.

Naturalmente, jogos não são os únicos usos educacionais do computador, aliás nem poderiam ser. Isso porque, na educação devemos preservar a individualidade do indivíduo. No caso presente, há pessoas que não gostam de jogos ou não os acham atrativos.

Em seu artigo “The validity of games” Vicent Peters afirma que se usamos simulações para aprender ou ensinar sobre problemas ou situações, primeiro fazemos um modelo simplificado de situação (sistema de referência) em seguida, aprendemos ou ensinamos sobre esse modelo; finalmente traduzimos as descobertas e conhecimento adquiridos no modelo de volta para a realidade.

Para criar um modelo, descrevemos os elementos do sistema de referência e as relações entre eles em termos de outro sistema. No caso de jogos, os elementos do sistema de

referência e suas relações são representados por elementos de design, como cenários, regras e sistema de pontuação.

Mas para tal, temos que obter um bom entendimento das características do sistema de referência e transformar essas características nos elementos que constituem o jogo.

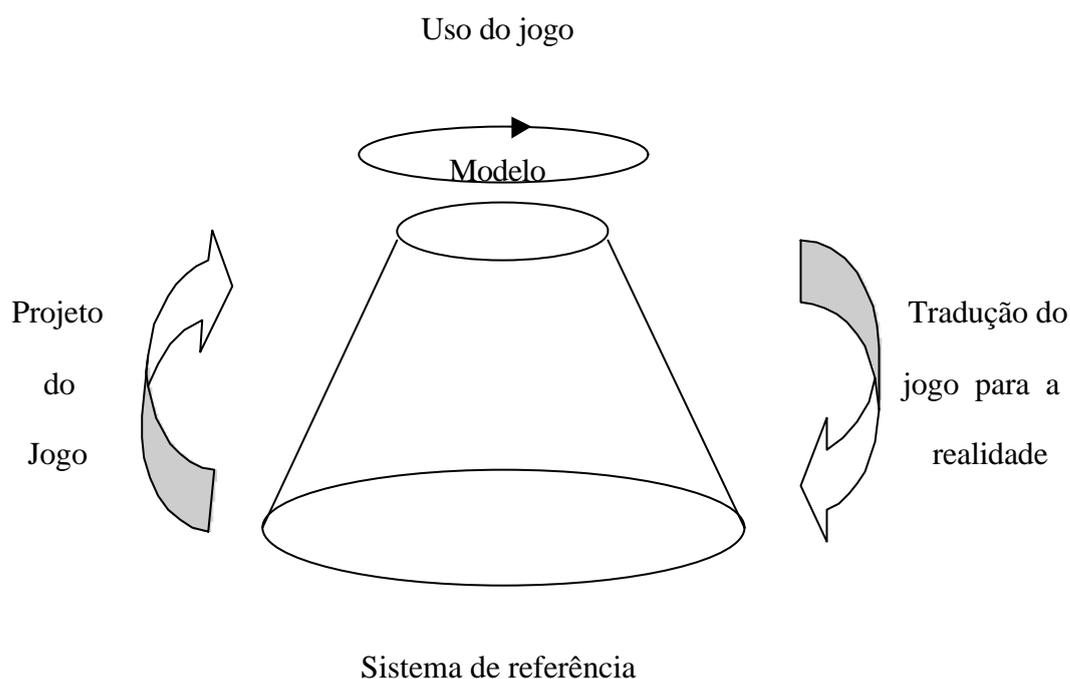


Figura 1. Sistema de Referência

A questão é: quão válida representação de um sistema de referência é um jogo? Essa questão é de suma importância, uma vez que a força de nossas conclusões acerca do sistema de referência é determinada pela validade do modelo do jogo.

Raser (em Basquero, 1998) definiu a validade de modelos assim: “Um modelo pode ser dito válido na medida em que a investigação desse modelo resulta nas mesmas saídas que resultariam da investigação no sistema de referência”. Ele ainda sugeriu quatro critérios para a validade dos jogos como um instrumento de pesquisa:

- Realidade psicológica: Um jogo é válido na medida que nos dá um ambiente que parece realístico ao jogador. Se o usuário não enxergar o jogo como realístico, possivelmente tenderá a mostrar um comportamento diferente do que mostraria em situações da vida real ou tenderá a se arriscar mais. O resultado será que o comportamento no jogo não corresponde ao comportamento no sistema de referência.
- Validade estrutural: Um jogo é válido na medida que sua estrutura (a teoria e suposições sobre as quais é construído) são isomórficas àquelas dos sistemas de referência. A palavra isomórfica indica que esses elementos e relações, em ambos os sistemas, não necessariamente têm que ser similares, mas deve haver uma congruência entre eles. Uma vez que, modelar, significa que tentamos construir um modelo simplificado do sistema de referência, não é necessário que todos os elementos e relações sejam representados no modelo do jogo, embora os fatores mais importantes do sistema de referência devam ser incluídos no modelo de modo isomórfico.
- Validade do processo: Um jogo é válido na medida em que os processos observados no jogo são isomórficos àqueles observados no sistema de referência, ou seja, não deve haver uma congruência entre os processos que se encontram em ambos os sistemas.
- Validade preditiva: Um jogo é válido na medida em que pode reproduzir saídas históricas ou prever o futuro, ou seja, podemos verificar a validade do jogo tentando reconstruir situações conhecidas”. (Roman,2001)

6. A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM AMBIENTES INFORMATIZADOS

6.1. Princípios

Segundo Gravina (2002), “necessitamos identificar “o que de diferente” oferecem os ambientes informatizados que se tem à disposição atualmente e o que estas diferenças trazem de significativo para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática (séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio) e para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

Não são de interesse as ferramentas que guardam características de métodos de ensino que privilegiam simplesmente a transmissão de conhecimento e em que a “medida” de aquisição deste conhecimento é dada pela habilidade do aluno em memorizá-lo e reproduzi-lo, sem que se evidencie um verdadeiro entendimento. Mas sim aquelas que trazem em seus projetos recursos em consonância com concepção de aprendizagem dentro de uma abordagem construtivista, a qual tem como princípio que o conhecimento é construído a partir de percepções e ações do sujeito, constantemente mediadas por estruturas mentais já construídas ou que vão se construindo ao longo do processo, tomando-se aqui a teoria do desenvolvimento cognitivo de J.Piaget como base teórica. Esta teoria mostra que toda a aprendizagem depende fundamentalmente de ações coordenadas do sujeito, quer sejam de caráter concreto ou caráter abstrato.

No contexto da Matemática, a aprendizagem nesta perspectiva depende de ações que caracterizam o “fazer matemática”: experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e enfim demonstrar. É o aluno agindo, diferentemente de seu papel passivo frente a uma apresentação formal do conhecimento, baseada essencialmente na transmissão ordenada de “fatos”, geralmente na forma de definições e propriedades. Numa tal apresentação formal e discursiva, os alunos não se engajam em ações que desafiem suas capacidades cognitivas, sendo-lhes exigido no máximo memorização e repetição, e conseqüentemente não são autores das construções que dão sentido ao conhecimento matemático. O processo de pesquisa vivenciado pelo matemático profissional evidencia a

inadequabilidade de tal abordagem. Na pesquisa matemática, o conhecimento é construído a partir de muita investigação e exploração, e a formalização é simplesmente o coroamento deste trabalho, que culmina na escrita formal e organizada dos resultados obtidos! O processo de aprendizagem deveria ser similar a este, diferindo essencialmente quanto ao grau de conhecimento já adquirido.

Durante alguns anos, a linguagem Logo se apresentou como uma das poucas ferramentas computacionais, se não a única, que tinha como concepção pedagógica que “só se aprende fazendo, experimentando, investigando”. No geral os programas disponíveis eram do tipo “instrução assistida por computador”. Nos dias de hoje, ainda é grande a oferta de programas deste último tipo, que mesmo tendo interface com interessantes recursos de hipermídia (som, imagem, animação, texto não linear), nada mais oferecem aos alunos do que ler definições e propriedades e aplicá-las em exercícios práticos (tipo tutorial) ou testar e fixar “conhecimentos” através da realização de exercícios protótipos e repetitivos, que no máximo avançam em grau de dificuldade (tipo prática de exercícios).

Se almejarmos uma mudança de paradigma para a educação, é necessário ser crítico e cuidadoso neste processo de uso da informática. A informática por si só não garante esta mudança, e muitas vezes se pode ser enganado pelo visual atrativo dos recursos tecnológicos que são oferecidos, mas os quais simplesmente reforçam as mesmas características do modelo de escola que privilegia a transmissão do conhecimento.

A orientação que se dá para a Educação Matemática certamente depende de concepções sobre a natureza do conhecimento matemático (tomado aqui num sentido bem amplo) e de como acontece o desenvolvimento cognitivo do ser humano.

A Matemática, como área de conhecimento, apresenta duas características distintas:

- é ferramenta para o entendimento de problemas nas mais variadas áreas do conhecimento. Fórmulas, teoremas e, mais geralmente, teorias matemáticas são usados na resolução de problemas práticos e na explicação de fenômenos nas mais variadas áreas do conhecimento. Neste sentido, o aspecto importante é a aplicabilidade da Matemática.
- é desenvolvimento de conceitos e teoremas que vão constituir uma estrutura matemática. O objetivo é a descoberta de regularidades e de invariantes, cuja evidência se estabelece pela demonstração baseada no raciocínio lógico e mediado tão somente pelos axiomas de fundamentação da estrutura e teoremas já destes deduzidos. É investigação no plano puramente matemático.

Em artigo no *Mathematical Intelligencer*, Chandler&Edwards fazem clara referência a estes dois aspectos: (em Aberkane, 1997)

“Para os matemáticos, um perene problema é explicar ao grande público que a importância da Matemática vai além de sua aplicabilidade. É como explicar a alguém que nunca ouviu música a beleza de uma melodia...Que se aprenda a Matemática que resolve problemas práticos da vida, mas que não se pense que esta é a sua qualidade essencial. Existe uma grande tradição cultural a ser preservada e enriquecida, em cada geração. Que se tenha cuidado, ao educar, para que nenhuma geração torne-se surda as melodias que são a substância de nossa grande cultura matemática...”

Na história do desenvolvimento da Matemática estas características estão em permanente relação. A partir de busca de solução de problemas em outras áreas de conhecimento, surge o desenvolvimento de Matemática de caráter puramente abstrato. E desenvolvimentos puramente teóricos, acabam apresentando-se como ferramentas para tratabilidade de problemas em outras áreas de conhecimento. A história da evolução da Geometria nos mostra bem este duplo aspecto da Matemática. Na Antigüidade surge como ciência prática na solução de problemas de medidas; com os gregos torna-se conhecimento de caráter abstrato, tomando como ponto de partida axiomas indiscutíveis sob o ponto de vista intuitivo, inspirados que são pelo mundo físico; com as geometrias não-euclidianas, no século XIX, tem-se o caráter abstrato ao extremo, já que os axiomas aceitos não se baseiam mais na intuição imediata; e finalmente tem-se a aplicação destas geometrias no entendimento de problemas da física.

No processo educativo estes dois aspectos da Matemática devem ser enfatizados igualmente. Um dos grandes desafios para os educadores matemáticos é encontrar os caminhos que levem seus alunos a apropriarem-se deste conhecimento. E para isto, questões de ordem cognitiva merecem uma análise.

A teoria de desenvolvimento cognitivo proposta por Piaget, ajuda a compreender que o pensamento matemático não é, em essência, diferente do pensamento humano mais geral, no sentido de que ambos requerem habilidades como intuição, senso comum, apreciação de regularidades, senso estético, representação, abstração e generalização, etc... A diferença que pode ser considerada é no universo de trabalho: na Matemática os objetos são de caráter abstrato e são rigorosos os critérios para o estabelecimento de verdades.

Os estudos de Piaget evidenciam já nos primeiros anos de vida os primórdios destas habilidades. Sua teoria, procura explicar o complexo processo através do qual se dá o

desenvolvimento das funções cognitivas da inteligência. Através de suas cuidadosas observações e entrevistas clínicas, “disseca” os diversos estágios deste processo, mostrando a contínua evolução das estruturas mentais, e cujo estado mais avançado se caracteriza pelo pensamento formal abstrato.

Para melhor entendimento do processo evolutivo das estruturas cognitivas, Piaget destaca três estágios básicos. Na construção dos primeiros esquemas de natureza lógico-matemática as crianças se apóiam em ações sensório-motoras sobre objetos materiais e através de exercícios de repetição espontânea chegam ao domínio e generalização da ação (estágio pré-operatório). O segundo estágio caracteriza-se pelo aparecimento das operações, as ações em pensamento; mas nesta fase as crianças ainda dependem dos objetos concretos para que as ações se constituam em conceitos (estágio operatório concreto). E finalmente atingem o estágio das operações sobre objetos abstratos, já não dependendo mais de ações concretas ou de objetos concretos; é a constituição do pensamento puramente abstrato.

O que se quer destacar é o quanto o processo de aprendizagem se baseia na ação do sujeito; inicialmente, as ações concretas sobre objetos concretos respondem pela constituição dos esquemas, e no último estágio, as ações abstratas (operações) sobre objetos abstratos respondem pela constituição dos conceitos. Diz Piaget : “só falaríamos de aprendizagem na medida em que um resultado (conhecimento ou atuação) é adquirido em função da experiência, essa experiência podendo ser do tipo físico ou do tipo lógico-matemático ou os dois.”

Já no primeiro estágio de desenvolvimento, na construção e coordenação de esquemas evidencia-se o uso de regras muito próximas a da lógica - associação (união), generalização (inclusão), restrição (interseção). Percebe-se uma construção espontânea de estruturas lógico -matemáticas, que se aproximam das utilizadas no desenvolvimento do conhecimento matemático. É a gênese do pensamento lógico-matemático, que se apresenta na forma de generalização de ações e coordenação de esquemas.

É esclarecedor o que diz Piaget, particularmente no contexto da Educação Matemática:

“O papel inicial das ações e das experiências lógico matemáticas concretas é precisamente de preparação necessária para chegar-se ao desenvolvimento do espírito dedutivo, e isto por duas razões. A primeira é que as operações mentais ou intelectuais que intervêm nestas deduções posteriores derivam justamente das ações: ações interiorizadas, e quando esta interiorização, junto com as coordenações que supõem, são suficientes, as experiências lógico matemáticas enquanto ações materiais resultam já inúteis e a dedução interior se bastará a si mesmo. A segunda razão é que a coordenação de ações e as experiências lógico

matemáticas dão lugar, ao interiorizar-se , a um tipo particular de abstração que corresponde precisamente a abstração lógica e matemática”.

Todo o processo é permeado pelo desenvolvimento, concomitante, da função representativa; é a representação mental que permite a transição da ação sensório-motora à ação abstrata. Os esquemas evoluem para conceitos e as ações para operações através da tomada de consciência, definida por Piaget como a reconstituição conceitual do que tem feito a ação. A luz da teoria de Piaget, diz:

“É fácil vislumbrar o que isto significa para a aprendizagem. O esquema, generalização no plano da ação concreta, poderá mediante progressivas tomadas de consciência, tornar-se conceito, generalização no plano mental ou intelectual. Dos limites do real passa-se ao possível...”

Os desequilíbrios entre experiência e estruturas mentais é que fazem o sujeito avançar no seu desenvolvimento cognitivo e conhecimento, e Piaget procura mostrar o quanto este processo é natural. O novo objeto de conhecimento é *assimilado* pelo sujeito através das estruturas já constituídas, sendo o objeto percebido de uma certa maneira; o “novo” produz conflitos internos, que são superados pela *acomodação* das estruturas cognitivas, e o objeto passa a ser percebido de outra forma. Neste processo dialético é construído o conhecimento. O meio social tem papel fundamental na aceleração ou retardação deste desenvolvimento; isto se evidencia na decolagem de estruturas cognitivas que apresentam indivíduos que vivem em meios culturalmente pobres.

Na formação matemática dos alunos, além de pretender-se a construção de uma sólida base de conhecimento na área, deve-se estar atento para a riqueza intelectual que decorre do constante desenvolvimento cognitivo do sujeito quando a ele propicia-se imersão no processo do “fazer matemática”, que nada mais é que o processo dinâmico “assimilação versus acomodação” de construção simultânea de conhecimento matemático e de estruturas mentais. Gravina (1996) diz:

“Axiomas, definições, teoremas e demonstrações devem ser incorporados como componentes ativos do processo de pensar. Eles devem ser inventados ou aprendidos, organizados, testados e usados ativamente pelos alunos. Entendimento do sentido de rigor no raciocínio dedutivo, o sentimento de coerência e consistência, a capacidade de pensar proposicionalmente, não são aquisições espontâneas. Na teoria piagetiana todas estas capacidades estão relacionadas com a idade - o estágio das operações formais. Estas capacidades não são mais do que potencialidades que somente um processo educativo é capaz de moldar e transformar em realidades mentais ativas.”

Se por um lado à teoria de Piaget mostra uma continuidade, em princípio natural, na formação das estruturas cognitivas, desde os primeiros esquemas até as estruturas que respondem pelo pensamento formal abstrato, por outro lado o processo de ensino e aprendizagem que se tem institucionalizado não leva em consideração esta “naturalidade”. A partir do momento que as crianças ingressam na escola, no geral, são privadas de suas ações e experiências de caráter concreto, e mais adiante de caráter abstrato, reforçando-se ao longo dos anos de vida escolar o papel de receptores passivos de informação. Esta ruptura pode explicar os baixos níveis de pensamento abstrato com que os alunos chegam ao ensino superior. Gravina (1996) registra:

“... os alunos chegam à universidade sem terem atingido os níveis mentais da dedução e do rigor. Raciocínio dedutivo, métodos e generalizações - processos característicos e fundamentais da Geometria- os alunos pouco dominam. Até mesmo apresentam pouca compreensão dos objetos geométricos, confundindo propriedades do desenho com propriedades do objeto.”

Gravina (1996), em sua pesquisa sobre obstáculos frente a demonstração de teoremas, identifica algumas causas: imagens mentais inadequadas, pouco entendimento dos conceitos, pouco domínio da linguagem e notação matemática.

Fala-se em processo de ensino e aprendizagem construtivista, entendendo-se uma metodologia de trabalho, ainda um tanto vaga e imprecisa, que procura colocar-se em sintonia, principalmente, com princípios da teoria de Piaget. Mas de fato, não se tem ainda estabelecida, dentro das teorias da Educação, uma sólida base teórica do que seria uma “pedagogia construtivista”. Pesquisas na área de Educação Matemática têm se preocupado com estas questões, mas ainda poucos são os reflexos na prática educativa. Estas pesquisas apontam para princípios norteadores do que seria uma “pedagogia construtivista”:

“É necessário que o professor de matemática organize um trabalho estruturado através de atividades que propiciem o desenvolvimento de exploração informal e investigação reflexiva e que não privem os alunos nas suas iniciativas e controle da situação. O professor deve projetar desafios que estimulem o questionamento, a colocação de problemas e a busca de solução. Os alunos não se tornam ativos aprendizes por acaso, mas por desafios projetados e estruturados, que visem a exploração e investigação” (Aberkane, 1997).

“Um dos maiores problemas na educação decorre do fato que muitos professores consideram os conceitos matemáticos como objetos prontos, não percebendo que estes conceitos devem ser construídos pelos alunos...De alguma maneira os alunos devem vivenciar as mesmas dificuldades conceituais e superar os mesmos obstáculos epistemológicos encontrados pelos matemáticos...Solucionando problemas, discutindo conjecturas e métodos, tornando-se conscientes de suas

concepções e dificuldades, os alunos sofrem importantes mudanças em suas idéias...” (Moll, 1996)

“Na educação a preocupação principal deveria ser a construção de esquemas para o entendimento de conceitos. O ensino deveria se dedicar a induzir os alunos a fazerem estas construções e ajudá-los ao longo do processo...Aprender envolve abstração reflexiva sobre os esquemas já existentes, para que novos esquemas se construam e favoreçam a construção de novos conceitos...Um esquema não se constrói quando há ausência de esquemas pré-requisitos...” (Dubinsky, 1991)

Para o estabelecimento de uma “pedagogia construtivista” duas das principais questões, intimamente relacionadas, deverão ser enfocadas:

- quanto ao aspecto matemático: projetar atividades que façam com que os alunos se apropriem de idéias matemáticas profundas e significativas.
- quanto ao aspecto cognitivo: fazer com que estas atividades coloquem os alunos em atitudes sintonizadas com os processos que são naturais ao desenvolvimento cognitivo do sujeito.

6.2. Ambientes Informatizados e a Aprendizagem da Matemática

São ambientes que dão suporte aos objetos matemáticos e as ações mentais dos alunos, e que portanto favorecem os processos imbricados de construção de conhecimento matemático e de desenvolvimento de estruturas cognitivas.

Devemos tomar como princípio que a aprendizagem é um processo construtivo, que depende de modo fundamental das ações do sujeito e de suas reflexões sobre estas ações: “Todo conhecimento é ligado à ação e conhecer um objeto ou evento é assimilá-lo a um esquema de ação...Isto é verdade do mais elementar nível sensorio motor ao mais elevado nível de operações lógico-matemáticas” (Piaget,1967).

No contexto da Matemática, são as ações, inicialmente sobre objetos concretos, que se generalizam em esquemas, e num estágio mais avançado são as ações sobre objetos abstratos que se generalizam em conceitos e teoremas. Quando a criança brinca com pedras, dispondo-as de diversas formas (segmentos de retas com diversas inclinações e tamanhos, círculos) e ao contar o número de pedras constata, com surpresa, que o número de pedras independe da forma em que estão dispostas, é através das ações concretas de ordenar e contar que constrói o conceito de número natural. Um matemático, em seu estágio avançado de pensamento formal, também “age” sobre seus objetos de investigação: identifica, em casos

particulares regularidades que se generalizam; testa suas conjecturas em novos casos particulares; e finalmente aventura-se na tentativa de demonstração. É o que diz Machado (1995):

“De fato, é óbvio que qualquer invenção ou descoberta, em Matemática ou em qualquer outra área, acontece pela combinação de idéias...algumas das quais podem ser férteis...É necessário construir numerosas possibilidades de combinações, e encontrar dentre elas as que são proveitosas...”

Da criança ao matemático profissional, os objetos mudam de natureza: de físicos passam a abstratos, mas continuam guardando uma “concretude”, dada pela representação mental, figural ou simbólica, a eles associada, e é sobre estes objetos que são aplicadas as ações mentais. Neste sentido é interessante a luz da teoria de Piaget, quando fala em “raciocínio formal como um caso especial e bastante extraordinário de raciocínio concreto. Matemáticos e lógicos estão tão acostumados com seus sistemas de símbolos, que os tratam como objetos concretos.”

No processo de ensino e aprendizagem, a transição na natureza dos objetos sobre os quais os alunos aplicam as ações é uma questão central. O mundo físico é rico em objetos concretos para o início da aprendizagem em Matemática, no geral de caráter espontâneo. Mas se o objetivo é a construção de conceitos mais complexos e abstratos, estes não têm suporte materializado, entrando em jogo a “concretização mental”, que nem sempre é simples, mesmo para o matemático profissional. Este tipo de aprendizagem nem sempre tem caráter espontâneo e exige muitas vezes a construção de conceitos que são até mesmo, num primeiro momento, pouco intuitivos, portanto dependendo de muita ação mental por parte do aluno. Um exemplo ilustrativo, ao extremo, encontra-se na própria história do desenvolvimento da geometria: dois mil anos foram necessários para as mudanças de concepções que tornaram naturais as geometrias não-euclidianas. O grande obstáculo explica-se pelo caráter pouco intuitivo dos axiomas que definiriam estas geometrias, em oposição ao caráter espontâneo daqueles da geometria euclidiana, entendida até então como a geometria para o entendimento do mundo que nos rodeia (e hoje se vê que, de fato, até onde nossos sentidos imediatos conseguem percebê-lo).

Obstáculos e a sua superação permeiam a história do desenvolvimento da Matemática. Na aprendizagem o processo é similar: por um lado temos o conhecimento matemático, no sentido de conhecimento socialmente aceito, e por outro lado à construção deste conhecimento através dos processos cognitivos individuais. Em relação aos conceitos, Carvalho

(1994) se refere aos primeiros como “conceito definição” e aos últimos como “conceitos imagens”. A aprendizagem se efetiva a partir do equilíbrio dos dois conceitos, e isto é fundamental para o avanço na construção do conhecimento. Enquanto os alunos encontram obstáculos em traçar reta tangente à curva $y = x^3$ no ponto (0,0) é porque o “conceito imagem” está incompleto, e portanto o objeto matemático “reta tangente à curva” ainda não foi adequadamente construído.

Os ambientes informatizados apresentam-se como ferramentas de grande potencial frente aos obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem. É a possibilidade de “mudar os limites entre o concreto e o formal” (Papert, 1988). Ou ainda: o computador permite criar um novo tipo de objeto - os objetos “concreto-abstratos”. Concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados; abstratos por se tratarem de realizações feitas a partir de construções mentais.” Por exemplo, uma rotação não é mais somente um objeto matemático abstrato (dado por uma definição formal) acompanhado eventualmente de uma representação estática (desenho), mas um objeto que pode ser manipulado e entendido a partir de suas invariâncias (ao mudar-se o centro de rotação, o ângulo de rotação, ao transformar figuras).

No campo da pesquisa em Matemática alguns exemplos são ilustrativos. A teoria do caos nasceu do estudo de equações diferenciais feito por Lorentz; ao implementar sistemas que diferenciavam minimamente nas condições iniciais, Lorentz constatou que a evolução do sistema, no tempo, se tornava imprevisível e a partir disto surgem os resultados teóricos sobre a instabilidade dos sistemas dinâmicos. Um segundo exemplo: a representação gráfica de computações massivas tornou possível o avanço da teoria de fractais. Figuras surpreendentes foram fontes de conjeturas que desencadearam a pesquisa na direção de demonstrações formais. Estes exemplos são paradigmáticos quanto ao suporte oferecido pelos ambientes informatizados na concretização mental de idéias matemáticas. Este suporte favorece a exploração, a elaboração de conjeturas e o refinamento destas, e a gradativa construção de uma teoria matemática formalizada.

E mesmo quando existe a possibilidade de ações sobre objetos físicos, a transposição destes objetos para ambientes informatizados também apresenta vantagens: é a possibilidade de realizar grande variedade de experimentos em pouco tempo, diferentemente da manipulação concreta. É a primazia da ação favorecendo o processo de investigação e abstração, com a conseqüente construção de conceitos e relações. Neste espírito tem-se como exemplo o programa “Blocks Microworld”, que permite a construção virtual do material multibase de Dienes.

É claro que o suporte para concretizações e ações mentais depende de características dos ambientes informatizados, algumas das quais serão propósitos de análise no que segue. E a título de ilustração são apresentados exemplos de alguns programas.

6.3. Características de Ambientes Informatizados Construtivistas

Esta análise toma como referência os trabalhos de Kaput (1992) e Mellar & et alii (1994). Procura-se identificar de que forma as características aqui apontadas dão suporte às ações e reflexões sobre os objetos matemáticos, condição que está sendo tomada como indispensável na aprendizagem da Matemática. (em Veer, 1998)

- Meio Dinâmico

Historicamente os sistemas de representação do conhecimento matemático têm caráter estático. Vê-se isto observando os livros ou assistindo uma aula “clássica”. Este caráter estático muitas vezes dificulta a construção do significado, e o significante passa a ser um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado. Assim sendo, não deve ser surpreendente quando os alunos não conseguem transferir um conceito ou teorema para situação que não coincide com a prototípica registrada a partir da apresentação do livro ou do professor.

A instância física de um sistema de representação afeta substancialmente a construção de conceitos e teoremas. As novas tecnologias oferecem instâncias físicas em que a representação passa a ter caráter dinâmico, e isto tem reflexos nos processos cognitivos, particularmente no que diz respeito às concretizações mentais. Um mesmo objeto matemático passa a ter representação mutável, diferentemente da representação estática tipo "lápiz e papel" ou "giz e quadro-negro". O dinamismo é obtido através de manipulação direta sobre as representações que se apresentam na tela do computador. Por exemplo: em geometria são os elementos de um desenho que são manipuláveis; no estudo de funções são objetos manipuláveis que descrevem relação de crescimento/decrescimento entre as variáveis.

Um aspecto importante do pensamento matemático é a abstração da invariância, e para o seu reconhecimento e entendimento nada é mais próprio que a variação. O dinamismo da representação destaca os invariantes. A transição contínua entre estados intermediários é um recurso importante dos programas de representação dinâmicos, sob o ponto de vista cognitivo.

Por exemplo, após uma apresentação estática do conceito de altura de um triângulo, os alunos registram que “a altura de um triângulo é sempre da base até a parte mais alta do mesmo” ou “altura é a linha vertical que une a lado base do triângulo ao vértice oposto” (Gravina,1996), mostrando concretização mental inadequada. Já num meio dinâmico um triângulo com correspondente segmento de altura pode ser manipulado, mantendo-se um lado do triângulo fixo e fazendo-se o vértice oposto deslocar-se numa paralela a este lado. Desta forma obtém-se uma família de desenhos com triângulos e segmentos alturas em diversas situações, o que favorece a concretização mental em harmonia com o conceito matemático de altura de um triângulo.

- Meio Interativo

Como interatividade entende-se aqui a dinâmica entre ações do aluno e reações do ambiente, e no sentido muito além daquele em que a reação do sistema é simplesmente informar sobre “acerto” ou “erro” frente à ação do aluno, não fornecendo nenhuma contribuição ao processo de aprendizagem. Na interatividade que se está pensando, o sistema oferece suporte às concretizações e ações mentais do aluno; isto se materializa na representação dos objetos matemáticos na tela do computador e na possibilidade de manipular estes objetos via sua representação.

A “reação” do ambiente, correspondente à ação do aluno, funciona como “sensor” no ajuste entre o conceito matemático e sua concretização mental. Um meio que pretenda ser interativo, na medida do possível, não deve frustrar o aluno nos procedimentos exploratórios associados as suas ações mentais. Isto vai depender dos recursos que se coloca à disposição e do nível de automação nos procedimentos. Alguns destes recursos já estão disponíveis em certos ambientes: ferramentas para construção de objetos matemáticos, múltiplas representações, procedimentos dos alunos que podem ser registrados ou automatizados (capturação de procedimentos), auto-escala automática, zoom-in e zoom-out, dados que se atualizam com a dinâmica da situação, traçado de lugares geométricos e cálculos automáticos.

Quanto ao potencial das múltiplas representações, considerando que um mesmo objeto matemático pode receber diferentes representações e que estas registram diferentes facetas do mesmo, uma exploração que transita em diferentes sistemas torna-se significativa no processo de construção do conceito. Por exemplo, a uma função pode-se associar uma representação gráfica que evidencia variações qualitativas, ou uma representação matricial numérica que evidencia variações quantitativas, ou ainda um fenômeno cujo comportamento é

dado pela função. Ou ainda, pode-se estudar família de funções sob o ponto de vista de operações algébricas e correspondentes movimentos geométricos nos gráficos associados.

Os programas que fazem “traduções” entre diferentes sistemas de representação apresentam-se como potentes recursos pedagógicos, principalmente porque o aluno pode concentrar-se em interpretar o efeito de suas ações frente às diferentes representações, até de forma simultânea, e não em aspectos relativos à transição de um sistema a outro, atividade que geralmente demanda tempo.

Capturação de procedimentos é recurso encontrado, particularmente, em programas para Geometria. Automaticamente são gravados os procedimentos do aluno em seu trabalho de construção, e mediante solicitação o aluno pode repassar a “história” do desenvolvimento de sua construção. Isto permite o aluno refletir sobre suas ações e identificar possíveis razões para seus conflitos cognitivos. Este recurso também permite que o aluno explore construções feitas por outrem, o que sempre se apresenta como fonte de riqueza em idéias matemáticas.

Ainda através da capturação de procedimentos, construções particulares podem ser automaticamente generalizadas, gravadas e testadas em outras situações (são as macro-construções). A capturação é feita na semântica da Geometria, não dependendo de sintaxe particular de programação. Por exemplo, um procedimento de construção das mediatrizes é generalizado e pode ser aplicado a qualquer outro triângulo, evidenciando-se no suporte concreto que a interseção das mediatrizes em único ponto não depende de particularidades do triângulo. Vê-se assim o ambiente favorecendo a construção de conjeturas, o que exige raciocínios mediados pelo constante processo de “assimilação versus acomodação”. É claro que a construção do conhecimento vai além e não se realiza enquanto a argumentação matemática explícita não torna evidente o “por que desta propriedade”. Nesta fase final de construção, a demonstração da propriedade, o ambiente continua desempenhando seu papel através da possibilidade de acrescentar novos elementos à representação que está sendo manipulada, no caso os segmentos que determinam os triângulos cujas congruências são a base para a argumentação.

- Meio para modelagem ou simulação:

Criar e explorar o modelo de um fenômeno é uma experiência importante no processo de aprendizagem. Segundo Ogborn (1997), (em Nunes, 1997):

“Quando se constroem modelos começa-se a pensar matematicamente. A análise de um modelo matemático, pode levar a compreensão de conceitos profundos, como

por exemplo à noção fundamental de taxa de variação...A criação de modelos é o início do pensamento puramente teórico sobre o funcionamento das coisas.”

Em programas com recursos de modelagem os alunos constroem modelos a partir da representação dada por expressões quantitativas (funções, taxas de variação, equações diferenciais) e de relações entre as variáveis que descrevem o processo ou fenômeno. A característica dominante da modelagem é a explicitação, manipulação e compreensão das relações entre as variáveis que controlam o fenômeno, sendo o feedback visual oferecido pela máquina um recurso fundamental para o “ajuste” de idéias.

O recurso de simulação permite a realização de experimentos envolvendo conceitos mais avançados. Neste caso, a complexidade analítica do modelo fica por conta do programa e os alunos exploram qualitativamente as relações matemáticas que se evidenciam no dinamismo da representação de caráter visual. Na exploração qualitativa não há preocupação com a dedução das relações matemáticas analíticas. Esta abordagem permite que alunos, ainda sem grande formação matemática, explorem fenômenos de natureza matemática complexa, mas que do ponto de vista puramente qualitativo são fecundos “germes” de idéias matemáticas, como por exemplo às simulações de crescimento populacional e mais geralmente de sistemas dinâmicos.

Além destes dois aspectos, são ambientes que possibilitam tratar a Matemática também como ferramenta para resolução de problemas em outras áreas do conhecimento. Um exemplo ilustrativo é o estudo da parábola: em Matemática é um objeto abstrato, que pode ser representado por uma equação ou gráfico; em Física serve para descrever o movimento de um objeto em queda livre ou que é jogado verticalmente para cima. Propriedades matemáticas da equação passam a ter leitura física e vice-versa: ponto de máximo da função corresponde à altura máxima atingida pelo objeto; zero da função corresponde ao tempo de movimento; inclinação da reta tangente à curva é a velocidade. As relações entre conceitos matemáticos e fenômeno físico favorecem a construção do conhecimento em ambas as áreas.

6.4. Algumas Questões Pedagógicas

Na análise das características feita acima, toma-se como referência programas que têm em seus projetos de construção preocupações de caráter pedagógico. São ferramentas direcionadas para a aprendizagem da Matemática, e que por conseguinte procuram oferecer

recursos que viabilizem as ações mentais; são recursos que podem ajudá-los na superação de obstáculos inerentes ao processo de aprendizagem da Matemática.

Nestes ambientes pode-se identificar dois modos de utilização na direção de uma “pedagogia construtivista”:

- Atividades de Expressão

O aluno cria seus próprios modelos (tomado aqui em sentido amplo) para expressar idéias e pensamentos. Suas concretizações mentais são exteriorizadas. Uma vez construído o modelo, através dos recursos do ambiente, o aluno pode refletir e experimentar, ajustando e/ou modificando suas concepções. Neste sentido, os ambientes são veículos de materialização de idéias, pensamentos e mais geralmente de ações do sujeito.

- Atividades de Exploração

Ao aluno é apresentado um modelo já pronto, o qual deve ser explorado, entendido e analisado. Não são suas idéias que ali estão representadas, e portanto existe o desafio intelectual de compreendê-las. A própria compreensão do modelo, o entendimento dos princípios de construção, já são por si só estímulos ao raciocínio, que favorecem a construção de relações e conceitos.

É importante observarmos que não tivemos como propósito à análise de ferramentas mais gerais como os programas de cálculo simbólico (Matemático, Mapple,...) ou planilhas eletrônicas (Excel, Lotus,...) ou ainda linguagens de programação. Isto porque, embora sendo potentes ferramentas para a realização de cálculos matemáticos ou plotagem de gráficos ou implementação de algoritmos, não foram projetados com propósitos educativos, no sentido de oferecerem recursos que auxiliem o aluno na construção de conhecimento e superação de dificuldades. Por exemplo, com um programa de cálculo simbólico, um aluno pode calcular eficientemente a derivada ou integral de uma função, sem necessariamente estar entendendo os significados de tais conceitos. Um trabalho de adaptação, orientado por propósitos pedagógicos, até pode ser feito, mas certamente não é simples.

A partir do estabelecimento de relações entre aprendizagem e processos cognitivos, à luz da teoria de Piaget, procurou-se evidenciar o quanto certos ambientes informatizados são ferramentas de grande potencial em projetos educativos dentro de perspectiva construtivista. O que se pretendeu destacar é o quão natural e intensas, se tornam, nestes ambientes, as ações, reflexões e abstrações dos aprendizes. Os suportes oferecidos pelos ambientes não só ajudam a superação dos obstáculos inerentes ao próprio processo de construção do conhecimento

matemático, mas também podem acelerar o processo de apropriação de conhecimento. Como se exemplificou, modelos matemáticos significativos e de natureza complexa podem ser trabalhados, sob ponto de vista qualitativo, mesmo que os alunos ainda não dominem a complexidade das equações matemáticas que definem o modelo. Ou ainda, um primeiro contato com a geometria hiperbólica, através de modelo dinâmico e manipulativo, pode favorecer, e muito, a compreensão da natureza do conhecimento matemático. Conforme os ambientes tornam-se mais ricos nos seus recursos, mais acessíveis vão se tornando aos alunos idéias matemáticas significativas e profundas.

Mas os ambientes informatizados, na forma que se apresentam hoje, por si só, não garantem a construção do conhecimento. Para que haja avanço no conhecimento matemático, é importante que o professor projete as atividades a serem desenvolvidas. Uma tarefa difícil é conciliar o que se julga importante a ser aprendido (e é matemática socialmente aceita que fornece os parâmetros para tal) com a liberdade de ação do aluno. Assim, por exemplo, se o objetivo é o aprendizado da Geometria, atividades devem ser projetadas para tal. Não basta colocar a disposição do aluno um programa de construção em Geometria; o aluno certamente vai aprender alguma coisa. Mas a apropriação de idéias matemáticas significativas nem sempre acontecem de forma espontânea, mesmo nestes ambientes, e assim um trabalho de orientação por parte do professor, se faz necessário. São os desafios propostos pelo professor que vão orientar o trabalho, desafios estes que se tornam de genuíno interesse dos alunos, desde que não sejam eles privados de suas ações e explorações.

Pode-se dizer que os ambientes informatizados apresentam-se ainda como simples ferramentas de suporte ao processo de ensino e aprendizagem. Está se procurando mudança nos métodos, a partir da incorporação dos novos recursos. É dentro deste espírito que este trabalho se insere. O primeiro passo, natural em todo momento de transição, é a adaptação do antigo ao novo, ainda que de forma um tanto tímida. Isto se percebe tanto na forma como estão sendo concebidos os ambientes como na forma como estão sendo incorporados ao processo educativo. A efetiva utilização destes ambientes é um grande desafio:

"É certo que a escola é uma instituição que há cinco mil anos se baseia no falar/ditar do mestre, na escrita manuscrita do aluno e, há quatro séculos, em um uso moderado da impressão. Uma verdadeira integração da informática supõe o abandono de um hábito antropológico mais que milenar, o que não pode ser feito em alguns anos". (Levi)

"A necessidade de novos conteúdos de Matemática que visem capacitar os estudantes para o próximo século não é compatível com as estruturas

curriculares vigentes...Novas alternativas curriculares dependem de substancial aplicação de potentes tecnologias. Este processo deve incluir dramático crescimento nas interações entre os participantes do processo educacional e entre os recursos disponíveis”. (Kaput)

É um desafio que envolve aspectos como a própria construção dos ambientes, a formação de professores e novas propostas curriculares. Mas por outro lado, não é difícil pensar num futuro para a educação em que os ambientes informatizados vão ultrapassar sua função de simples ferramentas de apoio ao pensar, na forma que a psicologia cognitiva hoje explica, passando então a ter papel fundamental no próprio desenvolvimento de novas capacidades cognitivas do indivíduo, ainda hoje não imaginadas. E com conseqüências sobre a própria natureza do conhecimento e do conhecimento matemático, em particular”.

7. OS JOGOS

“O conhecimento não pode ficar restrito ao simples aprendizado adquirido nas tradicionais salas de aula; só o exame crítico desse conhecimento leva à descoberta. É preciso buscar novas dimensões para o uso de tecnologias, através de uma visão democrática e coerente da realidade brasileira”.

Lia Silva Mendes

“A matemática sempre foi considerada uma das disciplinas mais difíceis de se aprender e a maioria dos nossos alunos sempre a apontam como a matéria em que encontram maior dificuldade. Como educadora dessa disciplina, saí das salas de aula em busca de um novo recurso que me ajudasse a desenvolver os conteúdos matemáticos com maior aproveitamento por parte de meus alunos. Descobri em pouco tempo, após sair de meu casulo, que a informática estava sendo considerada há algum tempo como um novo recurso pedagógico que auxiliaria não só a disciplina de matemática como todas as outras, e que muitos projetos e software já haviam sido criados com esse intuito. Com a crescente informatização da nossa sociedade a escola está em desvantagem perante a sociedade informatizada que se apresenta, encarando a escola como uma instituição que deveria preparar o aluno para viver nesta sociedade. A escola tem que se modernizar e preparar seres humanos mais criativos e independentes.

Os jogos há séculos são uma fonte de diversão, eles motivam os indivíduos e possuem elementos como regras, competição e contagem de pontos. Sua abordagem pedagógica é a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta. Os jogos educacionais podem ser altamente abstratos, como os jogos de palavras e os quebra-cabeças, ou mais concretos, representando situações de vida.

Para as crianças, os jogos são uma maneira divertida de aprender, porém seu grande problema está no fato de que a competição desvia a atenção da criança do conceito envolvido no jogo e em sua maioria os jogos exploram conceitos muito triviais, além disso não tem capacidade de diagnóstico das falhas do jogador. Os defensores dessa modalidade de ensino defendem a idéia de que a criança aprende melhor quando ela é livre para descobrir

relações por ela mesma. Os jogos podem reforçar habilidades, conceitos e informações já ensinadas, fornecendo ao aluno um ambiente rico e complexo e propiciando o exercício de solução de problemas que exigem a aplicação de regras lógicas.

Os jogos podem ser confundidos com simulações, por modelarem certas situações da realidade, mas variam bastante em organização, procedimentos e conteúdos, ficando mais parecidos ao tipo exercícios e prática. Fornecem prática e feedback para respostas em áreas muito bem definidas.

Eles possuem várias características de acordo com Coburn et alii, (1982), Manion (1985), Merrill et alii (1986), Hannafin & Peck (1988) e Reynolds & Martin (1988) descritas por (Aberkane,1997) que são:

“.. As características básicas incluem orientação, diretrizes para participação, regras do jogo, contexto do jogo ou cenário, e algumas conclusões de clímax. Alguns componentes adicionais podem ser: elemento de sorte, opções de ajuda ou esclarecimentos, uso de ambigüidade para aumentar interesse e envolvimento do aluno. Além dessas, também são importantes as seguintes características:

- *fornecer instruções claras para os participantes; os objetivos do jogo devem ser perfeitamente compreendidos pelo aluno, os procedimentos bem definidos.*
- *Enfatizar respostas freqüentes e facilmente geradas.*
- *Atrair e manter o interesse e o entusiasmo.*
- *Promover interações para facilitar o atingimento do objetivo.*
- *Dar o controle ao jogador, tanto da interação, quanto da continuação do jogo, do nível de dificuldade, de taxa de avanço, e da possibilidade de repetir segmentos.*
- *Incorporar o desafio, que pode ser desenvolvido por interações que levem a um objetivo evidente, níveis variáveis de solução do problema, feedback do progresso, resultado incerto, registro dos pontos, velocidade da resposta.*
- *Explorar a fantasia, que pode ser criada pelo uso de habilidades específicas que afetem o progresso do jogo ou a situação a ser solucionada.*
- *Despertar a curiosidade pelo uso de feedback construtivo randômico para facilitar o aumento do conhecimento do jogador e promover sua precisão.*
- *Explorar efeitos auditivos e visuais para aumentar a curiosidade e a fantasia, e facilitar o alcance do objetivo educacional.*
- *Explorar a competição.*
- *Oferecer as informações que esclareçam o sentido das atividades, os papéis que podem ser desempenhados, as relações entre as ações do aluno e as conseqüências no jogo.*
- *Fornecer instruções inequívocas, exceto quando a descoberta de regras for uma parte integrante do jogo.*
- *Fornecer as diretrizes no início e mantê-las disponíveis durante o jogo, especialmente nos jogos longos e complexos.*
- *Identificar a relação causa-efeito entre as respostas do aluno e as conseqüências no jogo com as respostas corretas ou incorretas causando modificações no cenário.*

- *Utilizar mecanismo para corrigir os erros e melhorar o desempenho.*
- *Oferecer reforço positivo nos momentos adequados.*
- *Manter os alunos informados do nível de seu desempenho durante o jogo, e fornecer resumos do desempenho global ao final”. (Maria,2000).*

7.1. Utilização

- QUADRADO MÁGICO:

No quadrado da figura 2, substitua as letras por algarismos inteiros diferentes, de 1 a 9, de modo que a soma das linhas, colunas e diagonais sejam sempre a mesma:

a	b	c
d	e	f
g	h	i

Figura 2. Quadrado Mágico

“ Parece complicado, não é? Esse entretenimento é muito antigo, e já esteve ligado à magia. Daí o seu nome: Quadrado Mágico.

Mas não tem nada de mágico. É puro cálculo matemático.

Primeiro encontramos o termo central, representado pela letra e”. (Bongiovanni, 1993:270).

Como vamos usar os algarismos 1,2,3,4,5,6,7,8,9 no lugar das letras, podemos saber a soma total dos elementos do quadrado. A soma dos números de 1 a 9 é 45, $(1+2+3+4+5+6+7+8+9=45)$. Portanto $a+b+c+d+e+f+g+h+i =45$

Como $a+b+c = d+e+f = g+h+i$, então em $a+b+c+d+e+f+g+h+i = 45$, tem-se $a+b+c + a+b+c + a+b+c = 45$, temos então $3(a+b+c) = 45$, logo $a+b+c = 15$.

Logo a soma de cada linha, coluna ou diagonal será igual a 15.

Como $a+e+i+b+e+h+c+e+g = 45$, pois são três filas do Quadrado Mágico, temos assim $3e + a+b+c + g+h+i = 45$, então $3e + 15 + 15 = 45$, por isso $e = 5$.

Fica demonstrado então que e precisa ser 5.

Sabendo o valor do termo central do Quadrado Mágico, encontraremos os demais valores por tentativa ou através de Equações Lineares.

- TRIÂNGULO MÁGICO:

Em cada um dos lados do triângulo da figura 3 coloque dentro dos círculos, os algarismos 1,2,3,4,5,6,7,8 e 9, sem repetição, de tal modo que a soma em cada lado do triângulo seja 20.

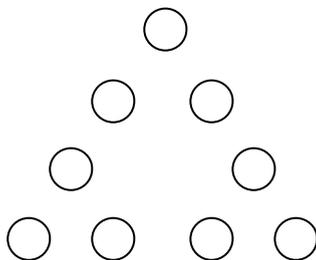


Figura 3. Triângulo Mágico

Em geral, professores, alunos ou interessados buscam a solução para o problema do “Triângulo Mágico” por tentativa e erro. Quando proposto pelo professor em momento oportuno, esse problema torna-se um desafio a ser enfrentado pelos alunos.

Para Rodrigues,(1998: 38-39), “observando-se as soluções aceitáveis, deveremos observar que em cada uma delas, a soma dos algarismos dos vértices do triângulo é igual a 15. Cabe ao professor evidenciar que tal fato pode ser demonstrado. Nesse sentido o problema apresentado é puramente aritmético, embora apoiado num suporte geométrico, recebeu um

tratamento algébrico, a fim de que seja provado este fato. Assim, os nove algarismos que aparecem no enunciado do problema são representados pelas letras a, b, c, d, e, f, g, h e i, de modo que a, b e c, fiquem nos vértices do triângulo, conforme a figura 4.

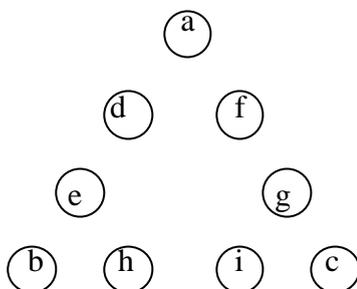


Figura 4. Triângulo Mágico

Podemos então, escrever três equações, uma para cada lado do triângulo.

$$a + d + e + b = 20$$

$$b + h + i + c = 20$$

$$c + g + f + a = 20$$

Adicionando as três equações, membro a membro, obtemos:

$$a + d + e + b + b + h + i + c + c + g + f + a = 60 \text{ ou}$$

$$a + b + c + d + e + f + g + h + i + a + b + c = 60 \text{ (i)}$$

Sabendo que a soma dos algarismos de 1 a 9 é 45, podemos concluir que:

$$a + b + c + d + e + f + g + h + i = 45 \text{ (ii)}$$

Desse modo, subtraindo a equação (ii) da equação (i), membro a membro, obtemos:

$$a + b + c = 15$$

Com isso, demonstramos que a soma dos algarismos que aparecem nos vértices do triângulo é 15.

No entanto, esse fato que foi demonstrado, é uma condição necessária para solucionar o problema proposto, mas não é suficiente. Na verdade, devemos também perceber que, em cada uma das soluções aceitáveis para o problema, um dos algarismos que aparecem nos vértices do triângulo é o 5. Novamente o professor deverá salientar que este fato também pode ser demonstrado. Para isso admitimos que, em nenhum dos vértices do triângulo aparece o 5. Sem perda de generalidade, podemos assumir $d = 5$.

Como a soma de cada um dos lados do triângulo é 20, temos que:

$$a + 5 + e + b = 20 \text{ ou}$$

$$a + e + b = 15 \text{ (iii)}$$

$$\text{Mas foi demonstrado que: } a + b + c = 15 \text{ (iiiii)}$$

Comparando-se as igualdades (iii) e (iiiii), obtemos que: $e = c$. Isto é impossível, pois letras diferentes representam algarismos diferentes, evidenciando assim que este procedimento é absurdo, de onde podemos afirmar que é necessário que um dos algarismos que aparecem no vértice do triângulo é o 5.

Resumindo, podemos concluir que uma solução para o problema proposto deve apresentar os algarismos, nos vértices do triângulo, somando 15, sendo que um destes é igual a cinco.

7.2. Reflexão

“Nos últimos anos, a resolução de problemas tem sido difundida como um método ideal para desenvolver o raciocínio e motivar os alunos para o estudo da matemática.

O professor pode desenvolver o processo ensino-aprendizagem sob a forma de desafios e, em aulas especiais, propor problemas interessantes, que possam ser explorados e não apenas resolvidos”.

É comum a ênfase ao ressurgimento dos jogos matemáticos, da matemática recreativa e de exercícios numéricos envolvendo divisibilidade, números primos e quadrados mágicos.

Em livros de Matemática, é comum encontrarmos o problema do “Triângulo Mágico”, que é ideal para ser explorado, pois oferece um vasto potencial de pesquisa para quem tenta solucioná-lo”.

Quando propostos aos 18 alunos da 7^a série do ensino fundamental, regularmente matriculados no Colégio Profissional Juscelino Kubitschek de Oliveira, da cidade de Curitiba, que pertence à rede particular de ensino desta cidade, sendo estes divididos em dois grupos de nove alunos, divisão esta feita de forma aleatória, sem que o professor interferisse em uma suposta classificação.

Sem que os alunos fossem informados das atividades que seriam desenvolvidas, um dos grupos foi conduzido a sala de informática onde foram novamente divididos em três grupos de três alunos cada um.

Em seguida o professor procedeu a explicação das atividades que seriam desenvolvidas durante o período de uma aula, (50 minutos), destacando ainda que três computadores do laboratório estavam preparados com o artefato simulador do quadrado mágico.

Após a explicação do professor cada grupo passou a fazer uso do “jogo” buscando o maior número de soluções possíveis.

Decorridos 25 minutos da busca das soluções ficou constatado que cada grupo já tinha pelo menos uma solução encontrada para o problema, totalizando no geral 6 respostas diferentes.

O professor paralisou então o trabalho dos grupos, discutiu as respostas encontradas até aquele momento.

Após a exposição destas entre todos, estes foram convidados a voltar à pesquisa, de forma a buscar propriedades comuns entre as soluções até então obtidas, sendo que rapidamente perceberam que o algarismo 5 encontrava-se no centro do “Quadrado Mágico” em todas as soluções.

Evitando-se o contato entre os alunos do 1^o grupo com os alunos do 2^o grupo, foi iniciado, na aula seguinte, processo semelhante com os nove alunos restantes da turma, porém estes foram conduzidos a uma sala comum onde após uma explicação semelhante àquela dada aos alunos do grupo anterior, o quadrado mágico foi desenhado no quadro de giz e foi

solicitado então aos alunos a busca de soluções, sendo que cada um dos grupos de três alunos precisariam construir seus “Quadrados Mágicos” no caderno.

Após um período de 30 minutos os grupos continham um total de 4 soluções corretas, sendo que um dos grupos não havia chegado a nenhuma resposta adequada.

Como na aula anterior o professor procedeu a relação das soluções no quadro, solicitando ainda que os alunos recorressem a encontrar propriedades entre estas soluções, sendo que os alunos não descreveram nenhuma propriedade relacionando às respostas encontradas.

Numa oportunidade posterior o professor discutiu com os alunos a experiência feita, permitindo aos alunos que relatassem como sentiram o uso do “jogo” dentro do processo de aprendizagem da matemática.

A totalidade absoluta dos alunos gostou da aula elogiando constantemente o método, pois atribuíram este modelo de aprendizagem como um processo alegre, motivado e descontraído, permitindo o desenvolvimento de habilidades no raciocínio matemático.

Somente após estes comentários o professor iniciou a demonstração de que a propriedade, o número cinco deve estar sempre no centro do “Quadrado Mágico”, como já vimos neste trabalho na exploração do artefato do “Quadrado Mágico”.

Na aula seguinte o professor sugeriu a utilização do jogo do “Triângulo Mágico” com os mesmos alunos, sendo que desta vez os grupos foram invertidos, isto é, aqueles que fizeram uso do computador na aventura anterior passaram a resolução manuscrita enquanto que o outro grupo teria a oportunidade de fazê-lo através do simulador no computador.

O primeiro grupo, 9 alunos, foi acompanhado até a sala de informática, enquanto a outra metade foi até o pátio da escola para aguardar seu horário.

No Laboratório de Informática o professor apresentou o artefato mediador no computador, e procedeu a explicação necessária sobre o seu funcionamento, orientando os três grupos a procurarem respostas adequadas ao problema num intervalo de aproximadamente 25 minutos.

Após este tempo apenas uma resposta correta foi encontrada entre os grupos, visto que o grau de dificuldade deste jogo supera de maneira considerável ao apresentado anteriormente.

O professor então escreveu no quadro a solução até então obtida, permitindo deste momento em diante a interação entre os grupos, fato este que proporcionou aos alunos encontrarem mais 5 soluções adequadas.

No momento seguinte o segundo grupo iniciou sua atividade, com uso de quadro de giz e caderno.

Após as orientações o grupo iniciou o trabalho e em 25 minutos nenhuma resposta correta foi apresentada pelos grupos ao professor.

De volta a sala de aula, todos os alunos tomaram ciência dos acontecimentos, sendo que o professor demonstrou também aos alunos quais procedimentos são facilitadores para que as respostas sejam encontradas, tais como “a soma dos vértices é 15” e “um dos vértices é necessariamente 5”.

Com esta turma o professor não procedeu à demonstração completa da ocorrência destes fatos por julgar que as mesmas apresentam grau de complexibilidade inadequado à situação do processo do ensino de matemática, naquele momento, com esta turma.

Devemos ter bem claro que a experiência descrita não poderá gerar conclusões precisas sobre os benefícios que o uso do computador nas aulas de Matemática pode gerar, mas evidenciou a criatividade dos alunos, pois tínhamos uma forma diferente de trabalho pedagógico.

Convém relatar também que a satisfação dos alunos em procurar soluções para os problemas era muito mais harmônica quando o grupo o fazia através do computador.

Esta experiência serviu como um instrumento para a introdução ao estudo de Álgebra, (polinômios), que é pertinente ao currículo da 7ª série.

Estes simuladores podem ser utilizados com alunos em nível de aprendizagem da operação da adição, bem acompanhados pelo professor, é claro, na 7ª série do ensino fundamental como introdução ao estudo dos polinômios, como vimos na experiência relatada, e com alunos da 2ª série do ensino médio, pois as demonstrações feitas sobre os fatos de que o número 5 deve estar no centro do “Quadrado Mágico”, e que a soma dos números dos vértices do “Triângulo Mágico” é 15 e que um destes é necessariamente o 5 podem servir como introdução à resolução de Equações Algébricas com duas variáveis e também na resolução de Sistemas de Equações Lineares.

Dentre os diversos exemplos de jogos que podem ser aplicados à educação deve ser destacado o Geoplano, desenvolvido pelo Edugraf - Laboratório de Softwares educacionais – UFSC, o qual permite grande flexibilidade e interação com o usuário.

8. CONCLUSÃO

Segundo Quartiero, 1999:69, “a presença de tecnologias de informação e de comunicação (Educação a Distância) é cada vez mais notória, especialmente no Primeiro Mundo, seja na condição de veículos principais ou de recursos complementares. As grandes mudanças que ocorrem na educação, e mais precisamente na teoria pedagógica, estão de certo modo ligadas às transformações que se deram nos meios de comunicação: da educação realizada através da oralidade e da imitação, ao ensino através da escrita, tendo como seu principal suporte o livro impresso, aos recursos computacionais hoje disponíveis.

Computadores (hardware) cada vez mais potentes permitem o surgimento de ferramentas (software) de apoio ao ensino cada vez mais sofisticados, como sistemas de autorias e sistemas de hipertexto, utilizando multimídia e inteligência artificial. Desde que Vanner Bush, em 1945, nos Estados Unidos, apresentou a idéia de um dispositivo mecanizado para folhear e inserir, com muita rapidez e flexibilidade, anotações em uma vasta biblioteca de literatura científica, capaz de conter textos, gráficos, fotografias e desenhos, criando o hipertexto, isto é, um sistema que permite criar e manter conjuntos de trechos de textos interligados de forma não seqüencial muitos avanços tecnológicos foram realizados na área de informática e comunicação.

O avanço do hardware está difundindo a possibilidade de um trabalho multimídia que, ao combinar o realismo da televisão com a flexibilidade do computador, está gerando um grande impacto na educação. No entanto, ainda não é claro que metodologia de ensino-aprendizagem poderia servir de base para a melhor utilização desta tecnologia a partir das concepções pedagógicas presentes no cotidiano escolar. Do sistema de Instrução Apoiada por Computador (CAI) tradicional, baseado na teoria skinneriana, no qual o software segue método dirigido de pergunta e resposta, aos sistemas de Instrução Inteligente Assistida por Computador (ICAI), baseados nos estudos das ciências de cognição, com recursos de multimídia, foi dado um grande passo na busca da qualidade do ensino por computador.

As dificuldades da utilização, decorrentes de um conhecimento ainda em estágio precário, tanto a respeito das características pedagógicas desses meios quanto das maneiras mais adequadas de empregá-los, assim como os obstáculos referentes à operação dos sistemas pelos usuários não iniciados, são dificuldades próprias a toda e qualquer situação nova, e é este estágio atual de discussão sobre as tecnologias da comunicação e informação e suas possibilidades de aplicação que causam entraves para sua utilização pedagógica.

Queremos afirmar que o foco principal de nossa discussão tem seu lugar no domínio do conhecimento pedagógico. Trata-se de examinar os termos em que o diálogo acontece, ou seja, analisar o comportamento do emissor face à transmissão de conteúdos e os níveis de intervenção do educando na recepção, produção e circulação do conhecimento. Mas esta, acreditamos, não é uma questão recente, e tão pouco provocada pelo surgimento das tecnologias disponíveis. Pelo contrário, integra há muito tempo à discussão de grande parte das teorias de aprendizagem e das práticas pedagógicas correspondentes.

As relações estabelecidas em sala de aula refletem o conjunto das especificidades dos alunos e de seus professores, e seu possível entremesclamento. Atualmente, discute-se muito a possível interatividade e interação que os sistemas teleeducativos podem proporcionar à relação pedagógica, que tem como base o aluno, professor e conhecimento. Com eles a informação pode ser reduzida apenas a um serviço que se presta unilateralmente ao usuário-receptor; ou se constituir num processo de interação entre alunos, professores, indivíduos, grupos e comunidades, que assim podem estabelecer uma comunicação plena e efetivamente dinâmica, interativa, multidirecional.

A informática, compreendida neste trabalho como a junção de elementos da computação, das telecomunicações, das artes e técnicas gráficas e visuais, constituindo aquilo que Dreifuss (1996) chama de um “complexo teleinfocomputrônico”, assume um papel importante neste movimento de utilização do espaço/tempo pedagógico de novas formas de pensar educação e, conseqüentemente, nas suas implicações para o trabalho docente. O modelo seqüencial de transmissão, com o qual operam as principais estruturas de ensinar, implicam no reconhecimento de que há um lugar e um tempo para aprender; que educar é monopólio de um agente autorizado, o mestre, deve seguir um programa pré-definido o currículo, e que este faz através de um sistema seriado, o qual se sustenta na complexidade crescente dos conteúdos e numa separação por classes, grau e tipos de certificação.

A tecnologia teleinformática, por outro lado, traz inscrita a possibilidade de permitir os intercâmbios diretos entre dois ou mais estudantes, geograficamente dispersos,

oferecendo-lhes um espaço comum de trabalho, discussão e construção do conhecimento. Mediante esta tecnologia, o aluno poderá sair do seu isolamento e enriquecer sua aprendizagem graças a diálogos realmente interativos, isto é, através da produção de um material multimídia que realmente integre estes meios no ato pedagógico como um todo.

Na tentativa de precisar os alcances destas tecnologias da comunicação e informação, muitos teóricos procuram descrever seus efeitos sobre as sociedades, nas diversas esferas da vida humana. Várias metáforas foram utilizadas por esses autores para explicar a configuração da sociedade contemporânea a partir dessas tecnologias, algumas tendo inclusive se tornado lugar-comum: “aldeia global” , “sociedade pós-industrial” , “sociedade pós-capitalista” , “sociedade da informação” , “teia global” , “infoera”.

Num aspecto todos concordam: estaríamos entrando definitivamente numa sociedade do conhecimento, onde o recurso econômico básico passa a ser, predominantemente, o conhecimento. No entanto, consideramos que a expressão mais contundente para definir este momento histórico, a partir do potencial das tecnologias da comunicação e da informação, é a possibilidade de concretização de uma “democracia cognitiva” (Machado, 1995), permitindo a construção individual e coletiva de conhecimentos, num espaço e tempo determinados, no sentido da promoção de todos os homens e mulheres.

A sociedade do conhecimento exige um ser crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, trabalhar em grupo e de conhecer seu potencial intelectual. Esse homem deverá ter uma visão geral sobre os diferentes problemas que afligem a humanidade, como os sociais e os ecológicos, além de profundo conhecimento sobre domínios específicos. Em outras palavras, um ser atento e sensível às mudanças da sociedade, com uma visão transdisciplinar e com capacidade de constante aprimoramento e depuração de idéias e ações.

Neste sentido, a informática torna-se a ferramenta que oportuniza a simulação/imaginação de modelos mentais, pois um modelo digital não é lido ou interpretado como um texto clássico, ele geralmente é explorado de forma interativa.

Esta possibilidade de construção do conhecimento por simulação vai demandar habilidades e competências, qualificações enfim, para atuar sobre o imaterial, diferentemente do paradigma taylorista-fordista, em que a força muscular era a principal demanda. Esta mudança na natureza e conteúdo do conhecimento e, por decorrência, das qualificações traz

grandes desafios à instituição escolar, os quais ela não pode deixar de enfrentar. Constituem, principalmente, as já constatadas e necessárias transformações das práticas pedagógicas no sentido de criar condições para a construção dos conhecimentos demandados por esta nova configuração do mundo do trabalho, que está a exigir um outro cidadão/profissional. É o que coloca, com extrema propriedade, Lévy:

“Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, e a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturadas por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria”. (em Nunes, 1997)

Isso nos remete, novamente, às teorias de aprendizagem e suas derivações pedagógicas, onde nos deteremos na questão crucial: como o sujeito vivencia seu processo epistêmico? Isto é, como se processa a sua aprendizagem? Quais são os mecanismos cognitivos acionados no processo de aprendizagem que lhe permitem passar de um estado de menor complexidade do conhecimento a outro, de complexidade maior, para transformar quantidade em qualidade? E que papel cabe a informática, ou se quiserem, ao computador, nesse processo? Como ele poderia ser, efetivamente, uma ferramenta pedagógica dentro dos princípios da interação?

Para obter estas respostas, e a partir delas inferir as metodologias de ensino necessárias, consideramos que são as ações cognitivas efetivamente engendradas pelo “ambiente social envolvente” (Piaget, 1974:) que proporcionam ao sujeito a elaboração do conhecimento. Para a psicologia genética, trata-se de um processo de (re) construção, ou melhor dizendo, de um trabalho que o sujeito realiza sobre as coisas. Em outros termos, o sujeito trabalha e age sobre as coisas, transformando-as. Nessa transformação, ele (re) constrói o conhecimento socialmente compartilhado, ao mesmo tempo em que se (re) constrói como sujeito cognoscente. Nesse sentido, Piaget afirma que o sujeito “não assimila objetos ‘puros’ definidos por seus padrões físicos”, mas “assimila situações nas quais os objetos desempenham determinados papéis e não outros”.

As representações não estão armazenadas na cabeça do sujeito, sendo usadas diretamente nas situações vivenciadas, mas são construídas a partir de modelos mentais flexíveis proporcionados pelo contexto, o que permite ao indivíduo atuar heurísticamente e reconceituar, reconstruir e recolocar a experiência de muitas maneiras diferentes.

A discussão sobre o possível impacto dos dispositivos técnico-informacionais na estrutura educacional inclui a necessidade da criação de uma cultura de informática educativa que integre os instrumentos, tanto do nível da concepção quanto no da prática, levando em conta a complexidade da relação entre os instrumentos informáticos e os conhecimentos e técnicas utilizadas pelo docente. Ou seja, uma abordagem que contemple a criação de instrumentos gerais de desenvolvimento, com solicitações de qualidade para atender necessidades, associadas a reflexões específicas quanto à interação sujeito cognoscente/máquina.

Ao pensar a utilização da informática como recurso didático no processo de ensino e aprendizagem, é importante levar em conta três aspectos que determinam suas potencialidades e sua efetividade no espaço escolar: primeiro, verificar a validade da introdução da informática na escola; segundo, estudar, com os professores, os objetivos, os métodos e os conteúdos de tais experiências e os métodos de avaliação de sua eficiência; terceiro, proporcionar aos professores a capacitação técnica elementar, sem querer formar especialistas. Pois uma situação de aprendizagem compreende diversos atores: Os alunos e as alunas e as atividades que estão efetuando, o professor e o papel que deve representar, o sistema informático e o lugar destinado a ele. Isto é, uma interação entre indivíduos e instrumentos escolhidos e definidos para preencher uma função específica: permitir que os alunos aprendam.

Este é o grande desafio colocado para nós, educadores, a partir das necessidades concretas das atuais relações sócio-político-econômicas, que estão a exigir uma outra forma de atuação pedagógica, fundada em uma nova relação com o conhecimento. Torna-se prioritário analisar as continuidades e as rupturas presentes no espaço escolar, bem como as novas metodologias de ensino que representam uma real inclusão das tecnologias proporcionadas pelo atual avanço técnico-científico nas práticas pedagógicas”.

Como perspectiva para trabalhos futuros poderíamos destacar a possibilidade de programar a continuidade de jogos educacionais, elaborando simuladores para a geometria dos sólidos, onde os estudantes, através de interfaces pré-elaboradas entram-se com dados de quantidades de vértices, quantidades de faces e quantidades de arestas, e o simulador pratica-se o desenho dos sólidos de forma tridimensional.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERKANE, Françoise Cerquetti. **O ensino da matemática na educação infantil.**

Tradução: Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

ASSUMPCÃO, André L. Monsores de. Quadrados Mágicos. **Revista Tecnológica**, Blumenau, v. 7, n. 29, p. 55-65, out./dez. 1999.

CARVALHO, Dione Luchesi de. **Metodologia do Ensino de Matemática.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 1994.

CHANDLER, D. **The purpose of the computer in the classroom.** In: J. Beynon e H. Mackay. *Technological Literacy and the curriculum.* Londres: Falmer Press, 1992.

CLUNIE, Gisela E. T. de. Disponível em: <http://solaris.niee.ufrgs.br/ribie98/CONG_1996/>. Acesso em 12 de maio 2002.

GRAVINA, Maria, Alice. **A Aprendizagem Matemática em Ambientes Informatizados.** Disponível em: ,<<http://solaris.niee.ufrgs.br/ribie98/TRABALHOS/117.PDF>>. Acesso em: 11 de maio 2002.

GRAVINA, Maria. Alice. **Geometria Dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria, Anais do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação.** Belo Horizonte, MG, 1996.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e Educação: alegorias, tecnologias e temas afins.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

MALBA, Tahan. **O Homem que Calculava.** 36 ed. Rio de Janeiro: Record, 1991.

NISKIER, Arnaldo. **Teoria educacional – Uma visão política.** Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

PCN. **Ferramentas Curriculares Nacionais, Matemática.** MEC – 1997.

PIAGET, Jean. **Aprendizagem e Conhecimento.** Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1974.

QUARTIERO, Elisa Maria. As Tecnologias da Informação e Comunicação e a Educação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, n. 04, p.69-74, Abr. 1999.

RODRIGUES, Valdir. Resolução e exploração de um problema Matemático. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Guarulhos, n. 4, p. 38-39, ago. 1998.

ROCHA, Maria Lucia. **O Papel das Novas Tecnologias no Ensino da Matemática e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais**. 2000. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Trabalho não Publicado

ROMAN, Norton Trevisan; BRITO, Paulo H. Fisch de. **Inteligência Artificial e Educação**. Disponível em: <<http://www.dcc.unicamp.br/~ra931638/educa/indice>>. Acesso em: 01 de abril 2001.

SKINNER,B.F. **Tecnologia do ensino**. São Paulo: Herder e Universidade de São Paulo, 1972.

VALENTE, José Armando. **Diferentes Usos do Computador na Educação**. Núcleo de Informática Aplicada à Educação. Universidade Estadual de Campinas. NIED – Separata Número 01 - 1995.

10. OBRAS CONSULTADAS

ABREU, A. R. **Análise funcional construtivista em jogadas de crianças na senha.** In: Congresso Interno do Ip-USP, 1993. SP- IP 1993.

ADORNO, T. e HORKHEIMER, M. **Dialética do esclarecimento.** Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

ALMEIDA, Aurea Maria de Oliveira. **O lúdico e a construção do conhecimento: uma proposta pedagógica construtivista.** Monte Mor-Sp: Prefeitura, 1992.

ALMEIDA, Paulo Nunes de. **Educação lúdica: jogos pedagógicos para escolas de 1º e 2º graus: projetos.** São Paulo: Loyola, 1984.

ANTUNES, Celso. **Ludopedagogia.** São Paulo: Brasil, 1974.

ANTUNES, Celso. **Manual de técnicas de dinâmica de grupo de sensibilidade de ludopedagogia.** Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

APPLE, M.W. **Trabalho docente e textos: Economia política das relações de classe e de gênero em educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. **História da Educação.** São Paulo: Moderna, 1996.

AUFRAVE, Marie-Renee. **Aprender a brincar aprender a viver: jogos e brinquedos para a criança deficiente: opção pedagógica e terapêutica.** São Paulo: Manole, 1987.

BAQUERO, Ricardo. **Vygotsky e a aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BARNETT, M. **The purpose of the computer in the classroom.** In: J. Beynon e H. Mackay. Technological Literacy and the curriculum. Londres: Falmer Pressz, 1992.

BASSESAS, Eulalia. **Aprender a ensinar na educação infantil.** Rio Grande do Sul: Artes Médicas, 1999.

BENJAMIN, Walter. **Reflexões: a criança, o brinquedo, a educação.** São Paulo: Summus, 1984.

BOLT, Brian. **Matemáquinas: o ponto de encontro da matemática com tecnologia.** Lisboa: Gradativa, 1994.

HABERMAS, J. **A nova intransparência: A crise do estado de bem-estar social e o esgotamento das energias utópicas.** Novos estudos, 1987.

HABERMAS, J. **Para a reconstrução do materialismo histórico.** São Paulo: Brasiliense, 1990.

LA TAILLE, Y. **Ensaio sobre o lugar do computador na educação.** São Paulo: Iglu, 1990.

MIGUEL, Antonio – MIORIM, Maria Ângela. **Ensino de Matemática.** São Paulo: Atual, 1986.

MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

NUNES, Terezinha e BRYANT, Peter. **Crianças fazendo matemática.** Porto Alegre Artes Médicas, 1997.

OFFE, C. **Sistema educacional, sistema ocupacional e política da educação: Contribuição à determinação das funções sociais do sistema educacional.** Educação e Sociedade, 1990.

PAPERT, S. **A Máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática.** Porto Alegre, Artes Médicas.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação.** Editora Brasiliense, 1988.

VEER, René Van Der e VALSINER, Jaan. **Vygotsky – uma síntese.** Tradução: Cecília C. Bartalotti. São Paulo: Loyola, 1998.