

O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTA

David Jonassen*

Limitações das tecnologias de aprendizagem a distância

Os programas de educação a distância usam necessariamente tecnologias para suplantar ou substituir as instruções ao vivo, face a face. Se as tecnologias facilitam a transmissão de instruções, elas não mudarão a natureza destas sem mudanças fundamentais nas concepções e métodos de ensino e aprendizagem. Embora muitas pessoas percebam que o uso das tecnologias seja implicitamente inovador, o uso da tecnologia na aprendizagem a distância tem freqüentemente repetido os mais ineficazes métodos de instrução ao vivo, face a face (Turoff, 1995). Quando tecnologias interativas são usadas para a apresentação de palestras aos estudantes em localidades remotas com potenciais de interação limitada ou inexistente, nenhuma inovação é apresentada. As tecnologias devem preferencialmente ser usadas para proporcionar aos estudantes a oportunidade de interagir e trabalhar juntos em problemas e projetos significativos, e juntar-se a comunidades de alunos e profissionais (Selfe, 1988; Bales, 1990; Seaton, 1993; Nalley, 1995). A tecnologia deve estender o melhor das práticas em sala de aula para localidades distantes, ao invés de reproduzir o pior (Burge, 1993).

*Chefe do Departamento de Educação Continuada da Pennsylvania State University.

Pressupostos construtivistas

Meu enfoque neste texto é demonstrar como o construtivismo pode ajudar-nos a reconceitualizar a educação a distância com o uso de novas tecnologias para significativamente alterar o modo como a conduzimos (Morrison, 1992). Os princípios construtivistas fornecem um conjunto de diretrizes a fim de auxiliar projetistas e professores na criação de meios ambientes colaboracionistas direcionados ao ensino, que apoiem experiências autênticas, atraentes e reflexivas. Os estudantes podem trabalhar juntos na construção do entendimento e do significado através de práticas relevantes. Mas, em primeiro lugar, o que queremos dizer com construtivismo?

O construtivismo é uma filosofia de aprendizagem que descreve o que significa saber alguma coisa e o que é a realidade. As concepções tradicionais de aprendizagem admitem que o conhecimento é um objeto, algo que pode ser transmitido do professor para o aluno. Esta concepção presume que o conhecimento é algo que pode ser adquirido, como suprimentos comprados num supermercado. Os construtivistas, por outro lado, acreditam que o conhecimento é uma construção humana de significados que procura fazer sentido do seu mundo. Os seres humanos são observadores e intérpretes naturais do mundo físico. A fim de realizar isto, eles explicam idéias e fenômenos novos nos termos do conhecimento existente.

Se o conhecimento é construído, ao invés de transmitido, então a realidade é o sentido que fazemos do mundo e do seu fenômeno. Cada um de nós percebe o mundo de modo diferente, de sorte que a percepção que temos dele deve ser pessoal. Isto não significa, como muitos acreditam, que não podemos compartilhar a nossa realidade com outros. Compartilhamos o significado com outros na sociedade mediante a negociação (descrita

abaixo). É importante o princípio segundo o qual o conhecimento não é uma entidade exterior que deve adequar-se e ser transmitido no mundo físico. O conhecimento não retrata o meio físico, mas, de preferência, com uma reflexão pessoal sobre o aspecto social do mundo. Existem, portanto, múltiplas perspectivas ou pontos de vista sobre o mundo. Desde que duas pessoas nunca poderão ter a mesma série de experiências e percepções compartilhadas com outros, cada um construirá suas próprias experiências que, por sua vez, afetam as percepções das experiências que, por sua vez, afetam as percepções das experiências compartilhadas com outros.

Os seres humanos são observadores. O conhecimento resulta do entendimento que fazemos das nossas interações com o meio ambiente. Não podemos separar nosso conhecimento de qualquer fenômeno das nossas interações com esse fenômeno (Savery, Duffy, 1995). Isto é, os alunos interpretam as informações no contexto do percurso em que as experimentam, então, o conhecimento está ancorado nos contextos nos quais eles aprendem. O conhecimento que lemos e as habilidades que desenvolvemos consistem, em parte, da situação ou contexto no qual foi desenvolvido e usado (Brown, Collins, Duguid, 1989; Lave, Wenger, 1991; Schank, Fano, Bell, Jona, 1993/1994). Isto significa que regras e leis abstratas, separadas de qualquer contexto, têm pequeno significado para os alunos.

Entretanto, a meta explícita da instrução (objetivista) tradicional é a mais eficiente transmissão de conhecimento. Efetivamente, o conhecimento é a habilidade de recordar o que o professor nos disse. Recordar com a exigência mais comum na maioria das escolas, do jardim de infância às universidades, mas não é aprendido, pois não há nenhuma experiência pessoal ou significado. Lembre-se de que eu anteriormente disse que o construtivismo é uma filosofia, não uma psicologia. Lembrança e recordação são formas psicológicas de aprendizado que exigem fontes cognitivas. São processos

psicológicos importantes, mas não constituem, neles e deles mesmos, aprendizagem. A aprendizagem transmite experiências relacionadas a conhecimento anterior, ao uso do conhecimento existente e a processos racionais para fazer sentido fora do novo fenômeno (construção do significado).

O que faz o significado ser construído? O conhecimento é estimulado por uma questão ou necessidade ou pelo desejo de entender alguns fenômenos. O que dá início ao processo de construção do conhecimento é uma dissonância entre o que é entendido pelo aluno e o que ele, ou ela, observam no meio ambiente. A verdadeira construção do significado, resolvendo a dissonância entre o que sabemos com certeza e o que percebemos, ou o que acreditamos que os outros saibam, resulta de um quebra-cabeça (Duffy, Cunningham, 1996), uma perturbação (Maturana, 1980), violações de expectativas (Schank, 1986), adaptação ao meio ambiente, que compromete ciclos de assimilação e acomodação (Piaget, 1985). A solução desta dissonância assegura ao aprendiz alguma propriedade. Uma vez que o conhecimento é construído pessoalmente, este é, de forma necessária, pessoalmente possuído e atribuído.

Se o significado é pessoal, não é necessariamente individual. O significado pode ser ajustado socialmente entre grupos de pessoas. Assim como o mundo físico é compartilhado por todos nós, é, também, a percepção que temos dele. Os seres humanos são criaturas sociais que confiam *no feedback* dos companheiros para determinar sua própria existência e a viabilidade de suas crenças pessoais. O aprendizado, a partir de uma perspectiva construtivista, é diálogo - interações consigo mesmo ou com outros.

Talvez o equívoco mais comum das crenças do construtivismo seja o de que o conhecimento é construído pessoalmente; então, o conhecimento de qualquer um é tão bom quanto o de qualquer outro. Entretanto, os

construtivistas acreditam que nem todos os significados pessoais sejam criados igualmente. Os construtivistas não concordam, como muitos afirmam que o façam, com os pontos de vista dos não-construtivistas, de que todo significado é igualmente válido por ser pessoalmente construído (Savery, Duffy, 1995). O teste do *ritmus* (tornassol) para o conhecimento que é construído por indivíduos é a sua viabilidade (Duffy, Cunningham, 1996). Isto é, o significado é refletido nas crenças sociais que existem em qualquer ponto no tempo. Por exemplo, uma concepção geocêntrica do universo não é mais viável.

Outra maneira de clarificação do significado do construtivismo é contrastá-lo com concepções tradicionais de aprendizagem (Quadro 1). A comparação de perspectivas diferentes freqüentemente auxilia-nos a construir o significado sobre idéias.

Quadro 1 - Crenças construtivistas confrontadas com as objetivistas

Conhecimento	Construtivista
Tradicional, objetivista	
independente de experiência	emerge da experiência
objeto possuído pelos aprendizes	significado construído
objetivo, estável, fixo	subjetivo, contextualizado, fluído
primeiro o elementar, depois aplicado	embutido na ação
reflete o significado do mundo real.....	reflete significado pessoal
descontextualizado	embutido na experiência
rígido, muito simplificado,	
esquemas pré-condicionados.....	complexo, flexível, integrado
replicável	aplicável

Aprendizagem	Instrução
transmissão de conhecimento	construção do conhecimento
extraída do conteúdo,	
ensinada como abstração	indexada à experiência
bem-estruturada	mal-estruturada, categorias mal-definidas
concordância universal sobre	
conceitos e princípios	critérios sem casos prototípicos
processos simples	processos complexos
memorização, transmissão	
do conhecimento.....	solução de problemas, experiências autênticas
codificação, retenção, recuperação...	articulação e reflexão
produto orientado	processo orientado
abstrato-simbólica.....	autêntico-experimental
muito simplificada, tendências	
reduzidas.....	conhecimento avançado, flexível

simplifica o conhecimento.....	reflete complexidade natural
ensina formas de conhecimento	reflete múltiplas perspectivas
regras abstratas, princípios	aumento da complexidade, diversidade
primeiro, o elementar.....	global, antes do local
em baixo, elementar dedutivo	no alto, indutivo
aplicação de símbolos (regras, princípios) ...	indução do significado simbólico, significativo na prática
aula expositiva, tutoria,	
demonstração, exploração.....	modelação, treinamento,
orientada e controlada pelo instrutor	produzida e controlada pelo aluno
competitiva, individual	colaborativa, cooperativa

Estão elucidadas as principais suposições da aprendizagem construtivista. Partindo, pois, da perspectiva construtivista, o que é o ensino? Como podemos nos comprometer e adotar esses atos construtivistas se não instruímos os alunos? A próxima seção descreve as características da aprendizagem significativa - o processo do ensino-aprendizagem a partir da perspectiva construtivista (Jonassen, Peck, Wilson, no prelo).

Aprendizagem significativa

A aprendizagem nas escolas ou a distância deve enfatizar as qualidades ilustradas na Figura 1. O propósito deste texto é mostrar como as tecnologias podem ser usadas para aliciar e apoiar o pensamento reflexivo, conversacional, contextual, complexo, intencional, colaborativo, construtivo e ativo dos estudantes a distância. Quando os estudantes se envolvem nestes significados construindo processos, a aprendizagem significativa surgirá naturalmente. Vamos examinar estas qualidades um pouco mais de perto.

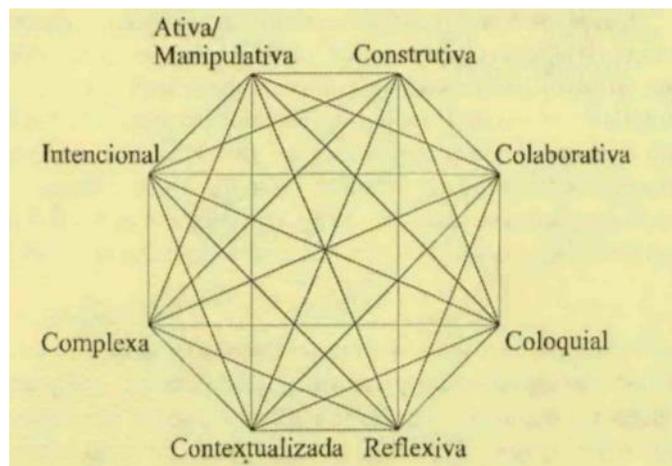


Figura 1 - Aprendizagem significativa

- Ativa - O aprendizagem resulta de experiências genuínas. O comprometimento em atividades relevantes fornece a solidez para a aprendizagem. Quando os alunos manipulam ativamente os objetos e as ferramentas da troca, adquirem experiência, que é o componente essencial da aprendizagem significativa.

- Construtiva - Os alunos integram novas idéias ao conhecimento anterior a fim de entenderem ou construir o significado das experiências que têm. Constroem seu próprio significado para a experiência.

- Reflexiva - A experiência sozinha não é suficiente para a aprendizagem. Os alunos devem refletir sobre suas próprias experiências e analisá-las. Uma crítica legítima oriunda de vários ambientes construtivistas de aprendizagem é que eles enfatizam as atividades que excluem a reflexão. Deve-se exigir dos alunos, através da aprendizagem baseada na tecnologia, a articulação do que estão fazendo, as decisões que tomam, as estratégias que usam e as respostas que encontram. Quando articulam o que aprenderam e refletem sobre os processos e as decisões que foram adotadas pelo processo, eles entendem mais e têm mais capacidade de transferir aquele conhecimento que construíram.

- Colaborativa - Os alunos trabalham naturalmente na construção da aprendizagem e do conhecimento construindo comunidades, explorando as habilidades de cada um, enquanto fornecem apoio moral, modelam e observam as contribuições de cada membro. Os seres humanos naturalmente procuram fora outros para ajudá-los na resolução dos problemas e na execução das tarefas. Somente porque os alunos estão distantes não significa que não possam participar inteiramente de diferentes comunidades.

- Intencional - Todo comportamento humano está direcionado para um objetivo (Schank, Cleary, 1995). Isto é, tudo que fazemos tem a intenção de

atingir uma meta. Este objetivo pode ser simples, como saciar a fome, ficar mais confortável, ou pode ser complexo, como o desenvolvimento de habilidades para uma nova carreira. Quando os alunos estão ativos e obstinadamente tentando atingir um objetivo cognitivo (Scardamalia, Bereiter, 1994), pensam e aprendem mais. As tecnologias precisam apoiar os alunos na articulação de quais sejam seus objetivos em qualquer situação de aprendizagem.

- **Complexa** - A instrução, muito freqüentemente, tende a simplificar demais as idéias a fim de torná-las mais fáceis de serem transmitidas aos alunos (Spiro, Jehng, 1990). Além da remoção da informação contextual, transformamos as idéias em sua forma mais simples, de modo que os estudantes as aprenderão com mais facilidade. Este processo supõe que o mundo seja um lugar simples e confiável. Mas, os problemas do mundo real são complexos, irregulares e mal-estruturados. A resolução de simples problemas do livro-texto transmite mensagens erradas aos alunos.

- **Contextual** - Um grande número de pesquisas recentes tem mostrado que as ações da aprendizagem que estão situadas em alguma atividade do mundo real significativo, ou simuladas em algum caso ou problema baseado no meio ambiente da aprendizagem, não são apenas entendidas como também são mais consistentemente transferidas para novas situações. Em vez de experiências abstratas dentro de regras que são memorizadas e então aplicadas a outros problemas comuns, precisamos ensinar conhecimento e habilidades na vida real, contextos úteis e a apresentação de novos e diferentes contextos para que os alunos pratiquem usando aquelas idéias.

- **Coloquial** - Dado um problema ou trabalho, as pessoas naturalmente procuram por opiniões e idéias de outras pessoas. A aprendizagem e a solução de problemas são naturalmente atividades sociais. As tecnologias

podem apoiar este processo coloquial mediante a conexão dos alunos através da cidade ou através do mundo, como descreveremos mais tarde. Quando os alunos se tornam parte das comunidades de construção do conhecimento, tanto na sala de aula quanto fora da escola, eles aprendem que existem formas de visão do mundo e soluções múltiplas para a maioria dos problemas da vida.

Como está explicado na Figura 1, essas características de aprendizagem e do uso da tecnologia são inter-relacionadas, interativas e interdependentes. Isto é, as tecnologias devem ser selecionadas e usadas nos contextos de aprendizagem a distância de forma que comprometam a maioria destes critérios. Por quê? Porque essas características são sinérgicas; sua combinação resulta em aprendizagens ainda maiores do que as características individuais usadas isoladamente.

Construtivismo a distância

A educação a distância é definida por Moore (1990, xv) como "consistindo de todos os recursos para proporcionar a instrução através da mídia escrita e falada para as pessoas comprometidas com a aprendizagem planejada, em lugar ou hora diferente daqueles do instrutor ou instrutores". Como foi exposto por esta definição, muito da literatura educacional a distância tem colocado a ênfase nas logísticas práticas e mecânicas do envio do material instrucional e das técnicas utilizadas (Keegas, 1983). Muito freqüentemente, a educação a distância tem consistido da simples transmissão de imagens do instrutor para cidades remotas. Muitos projetos de aprendizagem a distância são apoiados hoje em dia por correspondência limitada, interativa, entre o instrutor e os estudantes localizados em lugares distantes. Pesquisas nesta área têm começado a considerar as variáveis pessoais e situacionais envolvendo o aluno, seu comportamento e o meio ambiente (Burge, Roberts, 1993; Gibson, 1990).

Recentemente, entretanto, o potencial de várias tecnologias, incluindo as comunicações mediadas pelo computador, o trabalho colaborativo apoiado pelo computador, a aprendizagem colaborativa apoiada pelo computador, os meios ambientes de aprendizagem interativa e as ferramentas cognitivas baseadas no computador têm permitido novos enfoques pedagógicos a ser considerados no desenho da aprendizagem a distância. Essas tecnologias têm o potencial de afastar a educação a distância dos métodos instrucionais tradicionais, tanto em sala de aula quanto a distância (Turoff, 1995), em direção a uma aproximação da instrução centrada no aluno, que não mais enfatiza o professor como a fonte e o árbitro de todo o conhecimento (Smith, Kelly, 1997; Beaudoin, 1990; Gunawardena, 1992). Enquanto Crotty (1994) promoveu aproximações construtivistas com a educação a distância. Contudo, nenhuma estratégia definitiva de realização deste objetivo tem sido recomendada. Portanto, este texto propõe um número de recomendações específicas para o emprego de tecnologias que visem a apoiar a aprendizagem construtivista em situação de educação a distância. A aprendizagem construtivista pode ser apoiada nos ambientes de educação a distância através de uma variedade de tecnologias (Quadro 2). Estes ambientes e ferramentas construtivistas podem substituir o modelo de ensino a distância controlado pelo professor, por ambientes de trabalho contextualizados, estratégias de pensamento e discussão através da mídia, que apoiem os processos de construção do conhecimento em ambientes a distância. Cada uma dessas tecnologias será descrita rapidamente. Infelizmente, uma revisão exaustiva destas tecnologias e suas implicações está além do objetivo deste artigo.

Em Aberto, Brasília, ano 16, n.70, abr/jun 1996

Trabalho colaborativo com o apoio do computador: aprendendo pelo trabalho

Quadro 2 - Aplicações construtivistas da tecnologia

Tecnologia	Aproximação da aprendizagem
Trabalho colaborativo com o apoio do computador (TCAC)	Aprendizagem pelo trabalho
Sistemas de apoio ao desempenho eletrônico(SADE).....	Aprendizagem pela execução
Exploração intencional da Internet	Aprendizagem pela exploração
Mundo dos micros	Aprendizagem pela experimentação
Multimídia/Hipermídia/ Víde/Produção da Web Pag	Aprendizagem pela construção
Meios ambientes de aprendizagem interativa (ILE)	Aprendizagem pela ação
Aprendizagem colaborativa com o apoio do computador (ACAC).....	Aprendizagem através de palestras
Ferramentas cognitivas	Aprendizagem pelo pensamento

Freqüentemente, a maneira mais construtiva de aprendizagem evita o ensino. Quando confrontado com uma necessidade de conclusão de uma tarefa para preenchimento dos requisitos de um trabalho, as pessoas se tornam enfocadas, aprendizes intencionais, que necessitam de ferramentas estruturadas e sustentadoras que os ajudem no cumprimento de suas tarefas. O trabalho colaborativo com o apoio do computador (TCAC) é um campo de estudo que apareceu nos anos 80 para ajudar grupos a estruturar seus trabalhos através do apoio às interações funcionais e sociais dos grupos de trabalho (Greif, 1988). O TCAC desenvolveu *softwares* que proporcionam

sistemas de ajuda, sistemas de apoio às decisões de grupo, ferramentas de gerenciamento de projetos, conferências eletrônicas e espaços de trabalhos compartilhados com consultas de multimídia.

O trabalho colaborativo com o apoio do computador (TCAC) combina comunicações e tecnologias do computador para apoio às várias atividades em grupos de tamanhos, permanência e estrutura variados (Olson, Olson, Kraut, 1992). As ferramentas do TCAC ajudam grupos a estruturar o trabalho através de sistemas de apoio às decisões em grupo, ferramentas de gerenciamento de projetos, sistemas eletrônicos de conferências e editores compartilhados. As tecnologias de TCAC podem apoiar grupos através de um meio ambiente distribuído. Exemplos de meios ambientes de TCAC incluem:

- Jardim de Respostas - permite que organizações de serviço de campo (*hot-line*) desenvolvam bancos de dados com as perguntas mais comumente feitas, incluindo redes de filiais, para ajudar os usuários a encontrar as respostas que eles desejam;
- Colaborador - ferramenta de multimídia para geração de idéias, gerenciamento de projetos, documentos compartilhados de informação na organização de conferências;
- Dominó - dirige e controla os procedimentos da divisão de trabalho dentro de um escritório;
- In Concert - automaticamente rastreia e distribui todas as tarefas num processo de fluência de trabalho;
- Lotus Notes - integra multimídia, correio eletrônico, bancos de dados distribuídos e seu gerenciamento;

- Option Finder (Entocador de Opções) - sistema de encontros, dá apoio para "*brainstorming*" (tempestade de idéias);

- Quitt (Colcha) - ferramentas para a produção de documentos colaboradores pela manipulação do ponto central dos hipertextos;

- Cruizer (Cruzador) - conecta os escritórios para interação informal - simula descida de corredores, conversas improvisadas, esconderijos particulares;

- gIBIS - meios ambientes de hipertextos (Conklin, Begeman, 1987) que fornecem uma estrutura de argumento (questão, posição e pontos centrais de argumento) aos quais os usuários adicionam comentários sobre um problema.

A CSCW, com efeito, suplanta em muito a necessidade de treinamento formal, por apoiar atividades de trabalho colaborador e eficaz sem a necessidade de instrução. Portanto, enquanto trabalham, grupos negociam, definem e constroem seus próprios significados para as estruturas da atividade que limitam seus trabalhos. Estes meios ambientes ajudam grupos colaboradores na construção de um entendimento comum do problema que está sendo resolvido e na negociação da solução apropriada para aquele problema. A construção e a negociação são as marcas da aprendizagem construtiva.

Os laboratórios de pesquisa envolvidos com CSCW estão explorando também a transmissão de vídeo para apoiar a comunicação informal no local de trabalho (Heath, Luff, 1992). Dois caminhos de tempo real de transmissão de vídeo de informações implicam uma nova definição do contexto do mundo real. Este problema colaborativo resolvendo situações ressalta a construção do conhecimento através da adição de informação visual e interação remota com outros alunos a distância. A transmissão de

de contextos realistas e autênticos, representados através de vídeos, adiciona uma dimensão significativa para a instrução ancorada e os ambientes de aprendizagem localizados (ver: "Cognition and Technology Group", in Vanderbilt, 1993).

Sistemas de apoio à atuação eletrônica: aprendizagem pelo desempenho

Um tipo de tecnologia de apoio ao trabalho é o sistema de apoio à atuação eletrônica (EPSS, em inglês), que fornece ponto de uso, treinamento em tempo (ajuda de sistemas e sistemas de apoio às decisões), para ajudar as pessoas no cumprimento de diversas tarefas (Gery, 1986). O treinamento do EPSS é menos formal e está mais focado e integrado às atividades de trabalho. A aprendizagem e o apoio são concedidos em um momento de necessidade, que é tipicamente o momento mais suscetível ao ensino. Os EPSSs enfatizam:

- o ponto de uso e o treinamento (em tempo);
- a aprendizagem integrado ao trabalho;
- a aprendizagem e o apoio fornecidos em um momento de necessidade;
- o treinamento, a informação e o apoio às decisões;
- a responsabilidade do aluno pelo desempenho e pela aprendizagem necessária para atingi-lo.

Como acontece com o CSCW, o enfoque está na ajuda aos usuários para o desenvolvimento de modelos mentais funcionais da tarefa. Mas os EPSSs são mais do que um sistema de ajuda. Eles apresentam múltiplos pontos de vista, pontos de acesso, e apoiam uma grande extensão de atividades pela estruturação do trabalho, fornecendo informação, exemplos e conselhos condicionais, como também treinamento interativo. As fontes de informações contidas em um EPSS são confrontadas internamente e ligadas

a outras estruturas. Os EPSSs podem consistir de explicações, exemplos, definições, ilustrações, fluxo de *charts*, ajuda a empregos, vistas estruturais, mapas conceituais, demonstrações, aconselhamentos interativos, prática, sistemas de monitoramento, pontos de vista, treinamento, modelação, hipertexto, sistemas especiais, vídeo e banco de dados. Embora esses métodos instrucionais sejam frequentemente intervencionistas e instrutivos, o contexto (atividade de trabalho autêntico) e a necessidade de construir o significado estimulam a aprendizagem, o que é normalmente intencional e muito construtivo, porque é necessário. Portanto, de fato, os EPSSs são construtivistas por natureza.

Exploração proposital da Internet: aprendizagem pela exploração

A Internet alterou as formas com que externamente guardamos e procuramos informação, conduzimos negócios e respondemos a questões em nossa sociedade. Poucos previram o impacto revolucionário que isso provocaria. Entretanto, o World Wide Web (WWW) está se tornando a primeira fonte para a qual os estudantes se voltam quando têm indagações sobre informação. O WWW, como todas as formas de hipertexto, apóia a aprendizagem construtivista quando os estudantes têm um motivo para consulta, uma necessidade de informação a preencher, uma intenção de folhear, uma curiosidade para preencher ou intenção a satisfazer. Portanto, a Internet precisa ser integrada a atividades instrutivas em programas de aprendizagem a distância. Isto significa que a educação a distância deve fornecer um motivo significativo ou razão para a procura da informação. A educação a distância também necessita ensinar ao estudante os mecanismos e a lógica da procura na WWW para maximizar o valor da procura pela informação.

O mundo dos simuladores: aprendizagem pela experimentação

Os simuladores são meios ambientes de aprendizagem exploratória que apresentam a simulação de algum fenômeno real que os alunos podem manipular, explorar e experimentar. Eles são espaços descobertos com a observação e a manipulação das ferramentas necessárias para a exploração e o exame de objetos do mundo simulado. Os alunos geram hipóteses sobre o fenômeno do mundo real e então os testam em um simulador. O simulador *Math Worlds (Os mundos da Matemática)*, por exemplo, consiste de mundos animados e gráficos dinâmicos nos quais os atores se movem de acordo com os gráficos e os alunos exploram o movimento dos atores nas simulações e vêem os gráficos de suas atividades.

O mundo dos simuladores podem assumir muitas formas em diferentes domínios do conhecimento; entretanto, são primeiramente:

- ambientes de aprendizagem exploratória;
- espaços de descoberta;
- simulações limitadas dos fenômenos do mundo real.

"Os simuladores apresentam-se aos estudantes como um modelo simples de uma parte do mundo" (Hanna, 1986, p. 197). Isto é, fornecem aos alunos a funcionalidade necessária à exploração de fenômenos do mundo simulado. Exemplos de simuladores incluem *Boxer* (diSessa, Abelson, 1986), *Writing Partner* (Salomon, 1993), *Thinker Tools* (White, 1993), *Stella* (Steed, 1992; Richmond, Peterson, Vescuso, 1987); *Geometric Supposer* (Yerulshamy, Houde, 1986) e *Interactive Physics*.

Os simuladores são baseados em idéias poderosas. O mais importante de tudo é que os simuladores são experimentais. Os alunos podem aprender pela execução, ao invés de só olhar ou ouvir uma descrição de como as coisas funcionam. Então, os simuladores tendem a ser mais motivadores do que as atividades de aprendizagem tradicionais.

Em Aberto, Brasília, ano 16, n.70, abr./jun. 1996

Multimídia, hipermídia e construção da Web Page: aprendizagem pela construção

A multimídia integra a mídia tal como texto, som, gráficos, animação, vídeo, imagem e a modelagem espacial em um sistema de computador (von Wodtke, 1993). Com o advento dos monitores de alta resolução, som e cartões de compressão de vídeo, memória de acesso casual para computadores pessoais, a multimídia tem sido condensada somente em um *box*. O computador de mesa é capaz, agora, de captar sons e vídeo, gerar todos os tipos de gráficos, incluindo animação, e integra-os todos dentro de uma única apresentação multimídia. Indivíduos com pouca experiência podem tornar-se seus próprios artistas, editores ou produtores de vídeo.

A hipermídia é derivada do hipertexto, que é um método não-sequencial, não-linear para organização e exibição de texto (Jonassen, 1989). Foi projetada para permitir ao leitor o acesso à informação de um texto em formas que sejam mais significativas para ele. A hipermídia consiste em pontos centrais (trechos ou fragmentos de texto, figuras, animações, sons ou documentos). Ao estudar uma base de conhecimento hipermídia, os usuários podem acessar pontos centrais em qualquer ordem que os satisfaça. Em muitos sistemas de hipermídia, os pontos centrais podem ser emendados ou modificados pelo usuário, de modo que o sistema possa ser uma base dinâmica de conhecimento que continue a crescer, representando novos e diferentes pontos de vista.

Tanto a multimídia quanto a hipermídia têm sido usadas primeiramente como veículos de transmissão de informação ou instrução. Isto é, são projetadas para instruir os estudantes. Entretanto, quando a multimídia e a hipermídia são usadas como uma plataforma autorizada para os estudantes representarem seus próprios significados, os alunos têm a propriedade de suas próprias produções e idéias. Este uso construtivista da tecnologia,

para a construção de artefatos e significado (Harel, Papert, 1990), natural e necessariamente põe os alunos em tipos de construção de conhecimento complexos, mas pessoalmente significativos (Jonassen, Myers, McKillop, 1996). Quando os alunos colaboram com outros alunos para o desenvolvimento das bases do desenvolvimento de hipermídia, eles provavelmente aprenderão mais do que apenas estudando. O conhecimento como objetivo enfoca o processo educacional diferentemente do conhecimento-informação, assim como o professor transmissor de conhecimento (Perkins, 1986), em relação ao professor e aos estudantes que colaboram no processo de construção do conhecimento. Ao invés da leitura de livros-texto e da solução dos problemas por eles propostos, os estudantes devem definir e aperfeiçoar, constantemente, a natureza do problema e reconstruir seus conhecimentos para o ajuste do problema (Lehrer, 1993). O planejamento das apresentações de multimídia é um processo complexo que exige muitas habilidades dos alunos, incluindo:

- projeto de gerenciamento das habilidades;
- habilidades de pesquisa;
- organização e representação de habilidades;
- apresentação de habilidades;
- reflexão de habilidades (Carveret al, 1992).

Recentemente conduzimos uma pesquisa com estudantes de *T* série nas áreas de Inglês e de Estudos Sociais da sétima série para descobrir em quais construções retóricas, quais estratégias cognitivas e quais negociações sociais os estudantes se engajam quando estão construindo seus próprios documentos de hipermídia (McKillop, 1996). Usando a etnografia, teorias do conhecimento e fenomenologia (incluindo questionários, índices de aprendizagem dos estudantes, entrevistas, análise

de documentos, videoteipe e a observação como fontes de dados), estudamos os processos de composição dos estudantes, a construção de trilhas, o uso da mídia, a utilização de potenciais e limites da hipermídia e a construção social do conhecimento apresentado. Os estudantes coletaram artefatos de multimídia - sons, imagens, vídeos e textos que eles mesmos digitaram para utilizar na construção do documento de multimídia *Story Space* (Bolter, et al, 1994; ver Figura 2), como também uma sofisticada seqüência de ferramentas de desenvolvimento de multimídia.

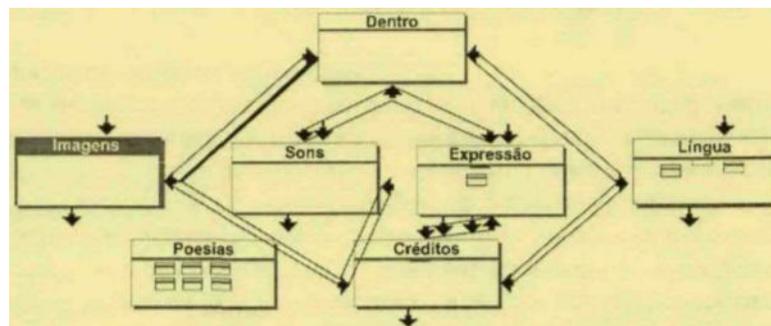


Figura 2 - Visão Web do documento *Story Space*

Os estudantes passaram o resto do tempo escrevendo roteiros, escaneando imagens, gravando e digitalizando sons, criando filmes, planejando e executando espaços. Não produziram somente representações complexas de poesias, mas, também, colaboraram socialmente para a construção do conhecimento, desenvolveram sofisticadas estratégias de pensamento, solucionaram inumeráveis problemas de produção e de representação durante a produção.

Ambientes interativos de aprendizagem: aprender fazendo

Tradicionalmente, os cursos por correspondência na educação a distância têm utilizado materiais de estudo independentes elaborados em papel para os cursos que são expedidos através dos Correios. Mais recentemente, o ensino por correspondência tem incluído o ensino assistido por computador "tipo-apresentação" entregue eletronicamente (sigla em inglês CAI) com capacidades interativas limitadas (Maurer, Makedon, 1991). Projetado de acordo com modelos objetivistas tradicionais, este tipo de CAI prevalece em educação a distância e na sala de aula (Santoro, 1995). Entretanto, está sendo rapidamente substituído por um novo gênero de meio ambiente de aprendizagem interativa, baseada em casos, problemas ou projetos que comprometam os estudantes em algumas tarefas complexas, autênticas, que sejam acompanhadas por narrativas de problemas realistas. Para a aprendizagem a distância, estes ambientes podem ser entregues via WWW, CD-ROMS ou uma variedade de redes para os alunos.

O ambiente de aprendizagem interativa consiste de um problema ou espaço de projeto (incluindo problema de contexto, problema de representação/simulação e problema de manipulação de espaço), casos relacionados, fontes de informação, ferramentas cognitivas, conversação e ferramentas de colaboração, apoio contextual e social para as pessoas que os estão implementando (Jonassen, Peck, Wilson, no prelo). Por exemplo, o Projeto de Visualização Colaborativa através da Aprendizagem (sigla em inglês Co Vis) procura promover a colaboração entre estudantes, professores, cientistas e educadores no Projeto e uso de colaboração científica (Edelson, Pea, Gomez, 1996). O Co Vis combina os problemas científicos baseados no Projeto, para estudantes da atmosfera e de ciências ambientais, com um rico conjunto de recursos de informação, ferramentas de visualização

científica (cognitiva), rede de salas de aula para apoiar a conversação e a colaboração, suporte social/contextual na forma de *workshops* para professores e instalações para conferências. Como na maioria das abordagens de aprendizagem construtivista, os estudantes trabalham com autênticos problemas, exatamente como os geocientistas (isto é, os efeitos do aquecimento global sobre o clima, previsão imediata do tempo e, a longo termo, o papel das temperaturas do oceano no clima continental). O CoVis fornece acesso a uma vasta rede de experiências baseadas em casos, pela conexão de estudantes nas salas de aula com especialistas em Ciência, nas universidades e indústrias que estejam dispostas ao trabalho voluntário para a assistência aos estudantes do Co Vis com seus projetos. O banco de dados Mentor na WWW separa esses voluntários por equipes em suas salas de aula de modo que os especialistas possam monitorar os estudantes. A fim de apoiar as perguntas dos estudantes, o Co Vis convoca o provedor Web Geosciences, rico em informação, na Universidade de Illinois. O provedor fornece imagens de satélites atuais e uma coleção de módulos de instrução multimídia da ciência atmosférica. Isto permite aos estudantes da sala de aula do Co Vis estar trabalhando com o mesmo conjunto de dados dos meteorologistas profissionais.

A fim de ajudar os estudantes a entender os dados que eles fornecem, o CoVis desenvolveu um conjunto de ferramentas para visualização do fenômeno do tempo, incluindo o visualizador de tempo, de clima e o do efeito estufa. Estas ferramentas incorporam quantidades expressivas de dados e os representam pelas porções coloridas dos mapas do tempo para transmissão de diferentes aspectos do tempo e do clima (veja Figura 3). As cores diferentes representam, por exemplo, temperaturas diferentes ou energia radiante tornando mais fácil entender as inter-relações entre as variáveis. O visualizador de tempo exibe imagens atuais de satélite provenientes *da web* em muitas formas diferenciadas. Pode também transmitir temperatura, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica, ponto de

condensação e outros dados utilizando símbolos gráficos tradicionais usados em mapas de tempo.

O ambiente interativo de aprendizagem Co Vis fornece aos estudantes uma série de colaboração e ferramentas de comunicação, incluindo teleconferência visual; meios ambientes de *softwares* compartilhados para colaboração remota em tempo real; videoconferência editorial; caderno colaborativo; correio eletrônico para conexão de alunos em diferentes salas de aula em todo o país; serviço de notícias UseNet para compartilhar idéias; telefone e fax; e, como último recurso, o serviço de correios. O propósito de todas estas ferramentas de comunicação é interconectar os alunos em salas de aula pelo país afora, permitindo-lhes trabalhar juntos na obtenção de objetivos científicos, isto é, na construção de uma comunidade de alunos. Até agora, mais de 150 professores em 50 escolas com milhares de estudantes ingressaram na comunidade de instruídos do CoVis.

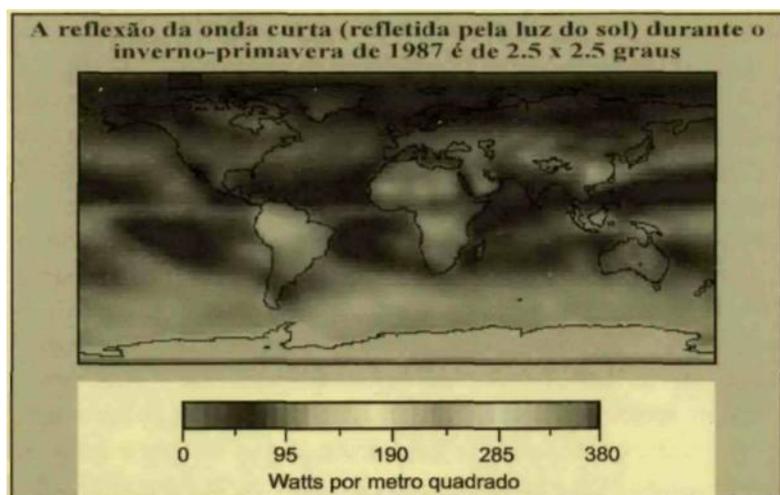


Figura 3 - Rendimento visualizador do Efeito Greenhouse

Em Aberto. Brasília, ano 16. n.70, abr./jun. 1996

O CoVis apóia a conversação através do Notebook, um sistema de composição hipermídia colaborador. O projeto CoVis também faz uso de sistemas de videoconferência para comunicação face a face entre os estudantes que estão trabalhando com a previsão do tempo através do país. Esta comunicação assume formas diferentes, "instruções interativas sobre o tempo" e viagens de campo virtuais. Nas instruções sobre o tempo, os estudantes relatam os dados sobre este para outros estudantes e seus professores. Estas instruções podem ser *Nowcasts* (relatórios de tempo real), consultas sobre o tempo (estudantes consultando com meteorologistas sobre eventuais problemas na interpretação de dados). Nas viagens de campo virtuais, os estudantes visitam o Exploratorium, em São Francisco, onde os funcionários do museu, guiados por estudantes de localidades distantes, movem-se pelo museu com câmeras de vídeo que são conectadas em cadeia, permitindo-lhes interagir com os objetos expostos no museu.

Os ambientes de aprendizagem interativa, como o CoVis, podem ser desenvolvidos para apoio à aprendizagem construtiva, expressiva, a distância. Está entre os melhores exemplos de como usar a tecnologia para o comprometimento da aprendizagem a distância, e fornece igualmente um bom modelo para os educadores dessa modalidade.

O apoio do computador para a aprendizagem colaborativa: aprendendo pela conversação e colaboração

A aprendizagem colaborativa com o apoio do computador (sigla em inglês: CSCL) é um paradigma emergente que descreve o uso das tecnologias de comunicação para apoio à aprendizagem colaborativa (Koschman, 1996; Schanase, Cunnius, 1995). O CSCL, baseado na teoria do construtivismo social, conecta comunidades de alunos com as tecnologias de

telecomunicações em apoio às atividades colaborativas expressivas. Projetos exemplares do CSCL incluem os ambientes de aprendizagem intencional com o apoio do computador (Scardamalia, Bereiter, 1994), que permitem aos alunos formar comunidades de construção do conhecimento para o propósito da criação e o compartilhamento de banco de dados do conhecimento. Outro trabalho exemplar inclui os Círculos da Aprendizagem, conectando salas de aulas nos Estados Unidos a salas de aulas ao redor do mundo, via Rede de Aprendizagem AT&T. O projeto acredita que, quando os estudantes escrevem para uma grande audiência de parceiros conectada a uma rede, eles estejam mais motivados para o aprendizado do que quando escrevem visando somente à correção por parte de seus professores. Os estudantes, colaborativamente, editam jornais e livretos através da coleta de artigos de outros estudantes de escolas ao redor do mundo (Reil, 1990).

A conversação e a colaboração estão apoiadas a distância pelo número crescente de tecnologias que estão planejadas para interconectar telecomunidades (Figura 3.). As comunidades de conversação são apoiadas por milhares de NetNews, UseNet, salas de bate-papo, MUDs (dimensões multiusuárias) e MOOs (MUDs objeto-orientados) sobre tópicos tão variados quanto beisebol, poesia, projeto de estradas de ferro e memórias do *Star Trek*, aborto, controle de armas e religião. Quando focalizadas nos resultados da aprendizagem e confrontadas por estruturas diversas, estas comunidades de conversação podem tornar-se mais propositadamente "comunidades de pensadores e aprendizes" (Brown, Campione, 1990) ou "a aprendizagem e a construção de comunidades do entendimento". (Scardamalia, Bereiter, 1994). A fim de alcançar uma aprendizagem expressiva, é importante focar aquelas comunidades sobre problemas e profundidade do entendimento.

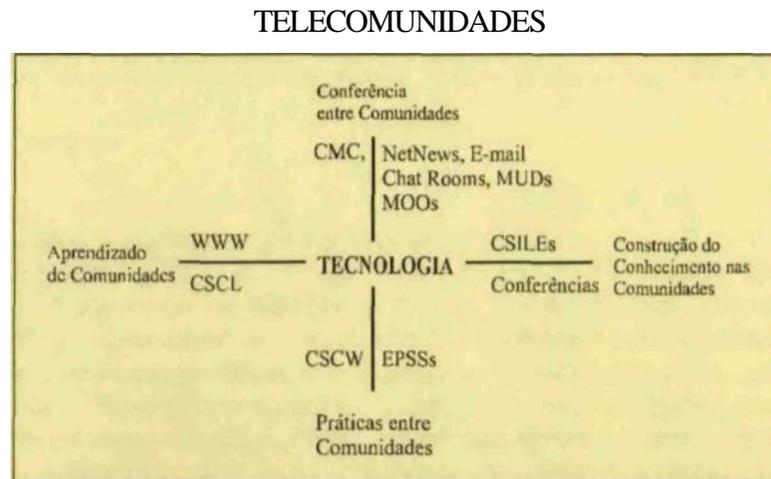
A aprendizagem e a construção de comunidades do entendimento emergem diariamente na Internet. Entre as mais conhecidas, encontram-se os ambientes de aprendizagem intencional com o apoio do computador (sigla em inglês CSILEs). Os CSILEs são sistemas de mídia sobre instrução educacional que permitem a tipos diferentes de informação (texto, desenhos, gráficos, *timelines* etc.) entrar em um banco de dados comum, onde estejam disponíveis para resgate, revisão e contribuição (Scardamalia, Bereiter, McLean, Swallow, Wooddruff, 1989). Implementáveis a distância, os CSILEs tentam promover o controle intencional sobre a aprendizagem, pelo fornecimento de um meio ambiente que exija dos estudantes planejamento, monitoramento, estabelecimento de metas e solução de problemas. Os CSILEs exigem dos alunos a reflexão sobre o conhecimento pessoal deles, a especificação das intenções de aprendizagem e a publicação de idéias para um banco de dados público, produção cumulativa, resultados progressivos para o grupo (Scardamalia, Bereiter, 1994).

As comunidades de praticantes são apoiadas pelas tecnologias CSCW e EPSS (descritas anteriormente).

O poder da conferência pelo computador e do correio eletrônico como ambientes de aprendizagem repousa em suas capacidades de apoio à conversação e à colaboração. Em pares ou em grupos, os estudantes podem trabalhar juntos na solução de problemas, na argüição sobre interpretações, o significado da negociação, ou comprometer-se com a aprendizagem expressiva. Conferenciando, o aluno está ativamente comprometido na discussão e interação com os colegas e especialistas no processo de negociação social eletrônica. A construção do conhecimento ocorre quando os estudantes exploram estas questões, tomam posição, discutem as posições sob uma forma argumentativa, reavaliam e refletem sobre suas

posições. Estas atividades podem contribuir para um alto nível de aprendizagem através da reestruturação cognitiva ou da resolução de conflitos, direcionando para novas formas de entendimento do material, como resultado do contato com novas ou diferentes perspectivas (Harasim, 1989). Compartilhar a instrução através de um meio eletrônico também ajuda a troca pública de processos naturalmente ocultos e de estratégias com outros alunos *on-line*, a fim de solucionar problemas individuais ou coletivos. Essas trocas estão também disponíveis para consulta a todos os alunos e contribuem para a formação de um modelo mental colaborador em uma área específica.

Quadro 3 - Dimensões das telecomunidades



Ferramentas cognitivas (ferramentas da mente): a aprendizagem pela reflexão

As ferramentas cognitivas, também conhecidas como ferramentas da mente (Jonassen, 1996), são ferramentas de computador que têm a pretensão de envolver e facilitar o processo cognitivo - daí o termo "ferramentas cognitivas". As ferramentas cognitivas são aparelhos mentais e computacionais que apóiam, orientam e estendem os processos de pensamento do seus usuários (Derry, 1990). Elas são construtoras do conhecimento e ferramentas de facilitação que podem ser aplicadas a uma variedade de matérias. Os estudantes não podem usar estas ferramentas sem pensar profundamente sobre o conteúdo que estejam estudando e, se eles escolherem usar estas ferramentas para auxiliá-los a aprender, elas facilitarão a aprendizagem e os processos de criação do significado. As ferramentas cognitivas incluem (mas não estão necessariamente limitadas) banco de dados, redes semânticas, *spreadsheets* (um programa de computador que pode mostrar e calcular informações sobre vendas, impostos, lucros etc), sistemas técnicos, conferências pelo computador, construção de multimídia/hipermídia, programação de computador e ambientes de aprendizagem simulados.

As ferramentas cognitivas são aplicações de computador que exigem que os estudantes interpretem e organizem o conhecimento pessoal a fim de usá-los. Como descritos anteriormente, estes processos são críticos ao processo de construção do conhecimento. Os computadores como ferramentas cognitivas representam a aprendizagem com tecnologia, onde o aluno tem acesso a uma parceria intelectual com o computador (Salomon, Perkins, Globerson, 1989). Aprender com as ferramentas cognitivas depende do "comprometimento total da mente dos alunos nas tarefas proporcionadas por estas ferramentas", e os estudantes trabalham com a tecnologia de computador, ao invés de serem controlados por ela.

Para a aprendizagem a distância, as ferramentas cognitivas são poderosas porque podem apoiar o pensamento comprometido por qualquer um dos outros tipos de meio ambiente em qualquer forma distributiva. Os produtos destas ferramentas podem ser partilhados no meio ambiente de trabalho colaborativo ou através de conferências pelo computador. São ferramentas de pensamento de propósitos gerais, que podem ser usadas individualmente ou em grupos, para a adoção da representação do conhecimento e do processo de construção.

Conclusão

Os ambientes de aprendizagem, tanto a distância quanto local, segundo Wiggins (1993), devem ser:

- constituídos de problemas ou de questões relevantes, nos quais os estudantes devem construir o conhecimento, a fim de moldar desempenhos efetivos;
- as tarefas são réplicas de problemas enfrentados por cidadãos, consumidores ou profissionais da área, isto é, são reais;
- as considerações devem ser feitas para proporcionar ao estudante acesso aos recursos comumente disponíveis àqueles comprometidos nos seus reais análogos à vida.

Esses problemas devem exigir um repertório de conhecimentos e julgamentos na determinação de onde e quando o conhecimento é aplicado, habilidades na priorização da classificação do problema e as fases de sua solução. Também é importante que as tarefas sejam apoiadas por colaboração deliberada e pelo diálogo com a comunidade de participantes. Todos estes atributos derivam da indagação "O que os profissionais da vida real fazem para ser pagos?" Poucos, ou alguns, são pagos para memorizar informação e aplicar testes.

O construtivismo pode fornecer bases teóricas para algum ambiente de aprendizagem a distância único e excitante. Estes ambientes devem consistir de combinações de trabalho colaborativo apoiados pelo computador, sistema de apoio ao desempenho eletrônico, exploração proposital da Internet, simuladores, hipermídia e o desenvolvimento da Web Page, ambientes de aprendizagem interativa, apoio do computador para a aprendizagem colaborativa e ferramentas da mente como instrumentos de reflexão do conhecimento. A aprendizagem a distância será mais efetiva quando as cabeças pensantes forem substituídas por ambientes de aprendizagem estimulantes. É importante notar que a aprendizagem construtiva estará comprometida somente se os alunos entenderem que serão também avaliados construtivamente e exigirem que os métodos de avaliação reflitam os métodos inseridos nos ambientes de aprendizagem.

Referências bibliográficas

- BATES, A.W. *Interactivity as a criterion for media selection in distance education*. In: THE ASIAN ASSOCIATION OF OPEN UNIVERSITIES 1990 ANNUAL CONFERENCE, UNIVERSITATS TERBUKA. Paper.
- BOLTER, et al. 1994. (sic).
- BROWN, A.L., CAMPIONE, J.C. Communities of learning and thinking, or a context by any other name. *Contributions to Human Development*, Basel(SE), 21, p.10-126, 1990.
- BROWN, J.S., COLLINS, A., DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, Washington, v. 18, n. 1, p.32-42, 1989.

- BEAUDOIN, M. The instructor's changing role in distance education. *American Journal of Distance Education*, University Park (PA), v.4, n.2, p.21-29, 1990.
- BURGE, E., ROBERTS, J.M. *Classrooms with a difference: a practical guide to the use of conferencing technologies*. Toronto: The Ontario Institute for Studies in Education, Distance Learning Office, 1993.
- CARVER, S.M., LEHRER, R., CONNELL, T, ERICKSEN, J. Learning by hypermedia design: issues of assessment and implementation. *Educational Psychologist*, Hillsdale (NJ), v.27, n.3, p.385-404, 1992.
- COGNITION and technology group at Vanderbilt. Designing learning environments that support thinking. In: DUFFY, T.M., LOWYCK, J., JONASSEN, D.H. (Eds.). *Designing environments for constructive learning*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p.9-36.
- CONKLIN, I, BEGEMAN, M. ÍBIS: a hypertext tool for team design deliberation. In: *Proceedings of hypertext '87*. Chapei Hill (NC): University of North Carolina, Computer Science Department, 1987.
- CROTTY, T. Integrating distance learning activities to enhance teacher education toward the constructivist paradigm of teaching and learning. In: *Proceedings of Covering the world with educational opportunities*. College Station (TX): Department of Education and Human Resource Development, A.M.C. of Texas, 1994. p.31-37.
- DERRY, S.J. *Flexible cognitive tools for problem solving instruction*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA, April 16-20, 1990.
- DISESSA, A., ABELSON, H. BOXER: a reconstructable computational medium. *Communications of the ACM*, New York, v.29, n.9, p.859-868, 1986.
- DUFFY, T.M., CUNNINGHAM, D. Constructivism: implications for the design and delivery of instruction. In: JONASSEN, D.H. (Ed.). *The handbook of research on educational communications and technology*. New York: Macmillan, 1996.
- GERY, G. *Electronic performance support systems*. [S.l.: s.n.], 1996.
- GIBSON, C.C. Learners and learning: a discussion of selected research. In: MOORE, M. G. (Ed.). *Contemporary issues in american distance education*. New York: Pergamon Press, 1990. p. 121 -135.
- GREIF, I. *Computer supported cooperative work: a book of readings*. Los Altos (CA): Morgan Kaufman, 1988.
- GUNAWARDENA, CN. Changing faculty roles for audiographics and online teaching. *American Journal of Distance Education*, University Park (PA), v.4, n.3, p.38-46, 1992.

- HARASIM, L. On-line education: a new domain. In: MASON, R., KAYE, A. (Eds.). *Mindweave communication, computers and distance education*. New York: Pergamon Press, 1989. p.50-62.
- HANNA, J. Learning environment criteria. In: ENNALS, R., GWYN, R., ZDRAVCHEV, L. (Eds.). *Information technology and education: the changing school*. Chichester (UK): Ellis Horwood, 1986.
- HAREL, I., PAPERT, S. Software design as a learning environment. *Interactive Learning Environments*, Norwood (NJ), 1, p. 1 -32, 1990.
- HEATH, C, LUFF, P. Media space and communicative asymmetries: preliminary observations of video-mediated interaction. *Human-Computer Interaction, Hillsdale(NJ)*, 7, p.315-346, 1992.
- JONASSEN, D.H. *Computers in the classroom: mindtools for critical thinking*. Columbus (OH): Prentice-Hall, 1996.
- _____. *Hypertext/hypermedia*. Englewood Cliffs (NJ): Educational Technology Publications, 1989.
- _____. A model for designing constructivist learning environments. In: REIGELUTH, CM. (Ed.). *Instructional design theories and models: the state of the art*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, v.2. No prelo.
- JONASSEN, D.H., MYERS, J.M., MCKILLOP, A.M. From constructivism to constructionism: learning with hypermedia/multimedia rather than from it. In: Wilson, B.G. (Ed.). *Constructivist learning environments: case studies in instructional design*. Englewood Cliffs (NJ): Educational Technology Publications, 1996. p.9-106.
- JONASSEN, D.H., PECK, K.C., WILSON, B.G. *Learning with technology in the classroom: a constructivist perspective*. Columbus (OH): Prentice-Hall. In press.
- KEEGAN, D. *Six distance education theorists*. Hagen (D): Fern Universitat Hagen, 1983.
- KOSCHMAN, T (Ed.). *CSCIL: theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
- LAVE, J., WENGER, E. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- LEHRER, R. Authors of knowledge: patterns of hypermedia design. In: LAJOIE, S.P., DERRY S.J. (Eds.). *Computers as cognitive tools*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum, 1993.
- MAURER, H., MAKEDON, F. COSTOC: computer supported teaching of computer science. In: LOVIS, F. (Ed.). *Remote education and informatics: teleteaching*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1991. p. 107-109.
- MATURANA, H.R. *Autopoiesis and cognition, the realization of the living*. Boston (MA): Reidel Publishing, 1980.

- MOORE, M. G. Background and overview of contemporary american distance education. In: MOORE, M.G. (Ed.). *Contemporary issues in american distance education*. New York: Pergamon, 1990.
- MORRISON, D., LAUZON, A.C. Reflection on some technical issues of connecting learners in online education. *Research in Distance Education*, v.4, n.3, p.6-9,1992.
- NALLEY, R. Designing compuler-mediated conferencing into instruction. In: BERGE, Z.L., COLLINS, M.P. (Eds.). *Computer-mediated communication and the online classroom*. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1995. p. 11-23. v.2: Higher Education.
- OLSON, G.M., OLSON, J.S, KRAUT, R.E. Introduction to this special issue on computer-supported cooperative work. *Human-Computer Interaction*, Hillsdale(NJ), v.7, n.3, p.251-256,1992. PERKINS, D.N. *Knowledge as design*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum, 1986.
- PIAGET, JEAN. *The equilibration of cognitive structures, the central problem of intellectual development*. Chicago (USA): University of Chicago Press, 1985.
- REIL, M. Cooperative learning across classrooms in electronic learning circles. *Ins-tructional Science*, Dordrecht (NL), 19, p.445-466, 1990.
- RICHMOND, B., PETERSON, S., VESCUSO, R *An academic users guide to Stella*. Lyme (NH): High Performance Systems, 1987.
- SALOMON, G. (Ed.). *Distributed cognitions*. New York: Cambridge University Press, 1993.
- SALOMON, G., PERKINS, D.N., GLOBERSON, T. Partners in cognition: extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, Washington D.C., v.20, n.3, p.2-9,1991.
- SANTORO, G. What is computer-mediated communication? In: BERGE, Z.L., COLLINS, M.P. (Eds.). *Computer-mediated communication and the online classroom*. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1995. v.1: Overview and perspectives, p. 11 -27.
- SAVERY, J., DUFFY, T.M. Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. In: WILSON, B.G. (Ed.). *Designing constructivist learning environments*. Englewood Cliffs (NJ): Educational Technology Publications, 1995.
- SCARDAMALIA, M., BEREITER, C. Computer support for knowledge building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, Hilsdale (NJ), v.3, n.3, p.265-283,1994.
- SCARDAMALIA, M., BEREITER, C, MCLEAN, R.S., SWALLOW, WOODRUFF, E. Computer-supported intentional learning environments. *Journal of Educational Computing Research*, New York, v.5, n.1, p.51-68,1989.
- SCHANK, R.C. *Explanation patterns: understanding mechanically and creatively*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- SCHANK, R., CLEARY, C. *Engines for education*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum, 1995.

- SCHANK, R.C., FANO, A., BELL, B., JONA, M. The design of goal-based scenarios. *The Journal of the Learning Sciences*, Hillsdale (NJ), v.3, n.4, p.305-345, 1993/1994.
- SCHNASE, J.L., CUNNIUS, E.L. (Eds.). *Proceedings of CSCL '95*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- SEATON, W.J. Computer mediated communication and student self-directed learning. *Open Learning*, Essex (GB), v.8, n.2, p.49-54, 1993.
- SELFE, C, EILOLA, J. The tie that binds: building discourse communities and group cohesion through computer-based conferences. *Collegiate Microcomputer*, Terre Haute (IN), 64, p.339-348, 1988.
- SMITH, P., KELLY, M. Distance education and the mainstream. London: CroomHelm, 1987.
- SPIRO, R.J., JEHNG, J.C. Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the non-linear and multi-dimensional traversal of complex subject matter. In: NIX, D., SPIRO, R.J. (Eds.). *Cognition, education, and multimedia: explorations in high technology*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum, 1990.
- STEED, M. Stella, a simulation construction kit: cognitive process and educational implications. *Journal of Computers in Science and Mathematics Teaching*, Austin (TX), v. 11, n. 1, p.39-52, 1992.
- VON WODTKE, IA, *Mindover media: creative thinking skills for electronic media*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- WHITE, B.Y. Thinker tools: causal models, Conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, Hillsdale (NJ), v.10, n.1, p.1-100, 1993.
- WIGGINS, G. Assessment: authenticity, context, and validity. *Phi Delta Kappan*, Chicago (USA), 75, p.200-214, 1993.
- YERULSHAMY, M., HOUDE, R.A. The geometric supposer: promoting thinking and learning. *Mathematics Teacher*, Reston (VA), v.79, p.418-422, 1986.