

## Mal estar na avaliação

Paulo Blikstein

paulob@alum.mit.edu

Doutorando na Escola de Educação da Northwestern University (Chicago, EUA);  
Mestre pelo Media Laboratory do Massachusetts Institute of Technology, MIT  
(Cambridge, EUA); Engenheiro e Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da  
USP.

Website: <http://www.blikstein.com/paulo>

Nota de rodapé: agradecimentos aos professores Uri Wilensky, Bruce Sherin, Philip  
Herman e Sharona Levy.

**“A inteligência organiza o mundo organizando a si mesma.”**

**Jean Piaget**

### INTRODUÇÃO

Você está quase conseguindo dormir quando a aeromoça anuncia: “estaremos passando por uma região de turbulência, apertem os cintos.” A turbulência acaba sendo tão forte que o avião começa a perder altitude. O capitão então anuncia: “Senhores passageiros, sinto informar-lhes que não sei o que fazer. O avião está perdendo altitude, mas eu errei essa questão na prova final do curso de pilotagem.”

Você está na mesa de cirurgia e acaba de tomar anestesia. Nos poucos segundos que lhe restam, você pergunta para o anestesista: esse cirurgião é bom mesmo? Ele responde: “Ele tirou 9,0 em todas as provas teóricas, mas 2,0 nas aulas práticas. A média foi 5,5, portanto, passou”.

Você está em uma livraria, escolhendo um romance para levar para uma longa viagem de férias. Olha a orelha de um livro que lhe parece bom e lê: “O autor desse livro é um dos escritores mais promissores de sua geração. Passou em terceiro lugar no vestibular, tirando nove em redação, e se formou com média 8,38 em Letras Modernas.”

Existe uma distância inconciliável entre as formas tradicionais de avaliação escolar e a efetiva competência para desempenhar as tarefas do mundo. No avião, na mesa de cirurgia ou na livraria, pouco importa a média ponderada nas provas, mas sim a efetiva competência do piloto, médico ou escritor. Desde a década de 50 sabe-se que há pouca *relação causal* entre a qualidade de diversos profissionais e seu desempenho em avaliações acadêmicas [1]. Talvez não seja difícil extrair uma correlação estatística

entre as notas de bons alunos de medicina e suas performances como médicos. Entretanto, a *correlação estatística* não garante, necessariamente, uma explicação para a *causalidade* do fenômeno. Teriam sido as notas altas a causa do bom desempenho profissional ou estariam esses dois elementos correlacionados com um terceiro fator? Conectar causalidade e correlação estatística sem um modelo teórico sólido é receita certa para grandes equívocos em qualquer área do conhecimento. Em 1992, dois pesquisadores norte-americanos protagonizaram uma enorme polêmica depois da publicação de um artigo com rigorosas regressões estatísticas, segundo as quais a taxa de suicídios nas grandes cidades dos Estados Unidos é proporcional ao tempo dedicado à música *country* nas rádios locais [2]. Segundo eles, os temas depressivos desse tipo de música incitavam as pessoas ao suicídio. O mundo acadêmico oferece uma infinidade de exemplos similares, muitos dos quais acabaram inspirando políticas públicas desastrosas, principalmente em educação.

É preciso lembrar que, a despeito do que eventualmente se lê nos cadernos de ciências dos grandes jornais, nossos modelos sobre a mente, a inteligência e o aprendizado estão longe de sólidos, e o conhecimento nessas áreas é ainda tão limitado que é difícil até especificar o que queremos “avaliar”: armazenamento estruturado de informações, disciplina de memorização, amadurecimento cognitivo, capacidade de abstração, habilidade analítica, rapidez na resolução de problemas ou apenas comportamento em situações sociais de pressão? Jean Piaget já mostrou com notável rigor que *fazer com sucesso* (principalmente em uma avaliação escolar) não é garantia de *compreensão* do que foi feito [3].

Além de não sabermos exatamente o que queremos com a avaliação escolar tradicional, sua validade como instrumento de medida vem sendo paulatinamente questionada. Diversas pesquisas têm mostrado que avaliadores atribuem notas significativamente diferentes à mesma prova. Segundo Henri Piéron, para reduzir a níveis razoáveis o erro estatístico em um exame no ensino médio, seriam necessários 13 corretores para uma prova escrita de Matemática e 127 para uma de Filosofia [4]. Como vagas na universidade são muitas vezes decididas por centésimos de ponto percentual, não é difícil imaginar que a classificação dos candidatos próximos à média seja quase uma loteria. Charles Hadji, questionando a idéia da imparcialidade do avaliador, diz que

“O avaliador não é um instrumento de medida, mas um ator de uma comunicação social”. [4, p. 34]

## O AVALIADOR NO QUARTO CHINÊS

A imagem do “quarto chinês”, proposta em 1980 pelo filósofo John Searle, ilumina essa discussão. Preocupado em entender a essência do comportamento inteligente, ele imaginou um recinto fechado com apenas uma pessoa e um dicionário chinês-inglês. Por uma abertura na parede, essa pessoa recebe um papel com uma palavra em chinês, consulta o dicionário, a traduz e coloca de volta no orifício [5]. Para um observador externo, o quarto tem um comportamento inteligente: traduz palavras entre dois idiomas. Quem olha do lado de dentro, vê que se trata apenas de um sistema “burro” que consulta uma tabela de palavras previamente elaborada – em outras palavras, a inteligência estava em criar o dicionário, não em consultá-lo. Tal exemplo remete a um tema caro a psicólogos, filósofos e cientistas cognitivos: a diferença entre inteligência e simulação de inteligência.

“O teste de Turing representa a tentação de pensar que, se algo se comporta como se tivesse certos processos mentais, então ele efetivamente tem esses processos mentais.” (Searle, 1990)

Imaginemos, agora, o inverso: se nos comportamos como se fôssemos uma máquina (“imparcial e objetiva” como um avaliador deveria ser), isso quer dizer que estamos adotando os processos mentais correspondentes, deixando toda subjetividade e emoção de lado? Evidentemente, assim como o computador pode simular alguns comportamentos humanos inteligentes, seres humanos podem simular comportamentos maquinais – mas a simulação não é garantia da existência da mesma classe de mecanismos. Não há saída: de um lado, o computador não consegue avaliar nada mais complicado que um pobre teste de múltipla escolha. De outro, o homem não consegue fingir ser máquina e continua eternamente preso à sua subjetividade. Se o avaliador é, como diz Hadji, um ator nesse processo, por que não assumir esse papel (e suas conseqüências) definitivamente? A avaliação não deve ser vista como a etapa ulterior ao aprendizado, mas como parte indissociável dele, em que aprendiz e professor juntos vão buscar um novo patamar de complexidade e sofisticação. Entretanto, o advento da educação on-line trouxe novo alento à instrução programada e às outras correntes inspiradas na tradição comportamental. Mesmo maquiada com discursos freireanos e animações hipnotizantes, renasce a ilusão de que o computador pode, de fato, pensar, avaliar, guiar o aprendiz. Aprendizado e avaliação são dissociados, como numa linha de

montagem fabril – a avaliação passa a ser controle de qualidade, uma espécie de inspeção de produto. Insistimos, então, em acreditar que professores podem ser programados para ensinarem e avaliarem “como uma máquina” e que os computadores podem ser programados para ensinarem e avaliarem como seres humanos.

Previsivelmente, essa primeira onda da educação on-line que tentou reviver a instrução programada tem paulatinamente fracassado em apresentar resultados compatíveis com sua promessa (como discutimos em [6]). O número de ambientes construtivistas de educação eletrônica tem crescido consideravelmente, mas ainda há muita dificuldade em conciliar os pontos de vista radicais de Piaget, Papert e Freire com as novas mídias. Causa-me um estranhamento visceral, por exemplo, utilizarmos tão frequentemente o termo “TIC” (Tecnologias da Informação e da Comunicação) – esquecendo-nos de que tecnologia não é só para comunicar e informar, mas principalmente para *fazer*. A denominação, entretanto, é reveladora: evidencia que muitos vêem as novas tecnologias como extensões da fala, do discurso, da conversa, e não instrumento do fazer concreto, da construção. O impacto na avaliação é direto: imagina-se, então, que avaliar seja valorar a qualidade do *discurso sobre a coisa*, mas não *da própria coisa*. Em outras palavras, dá-se mais valor ao *falar sobre* os conteúdos (responder a questões, escrever relatórios) do que à habilidade de *atuar no mundo* fazendo uso deles.

Acredito, portanto, que seja mais produtivo enfrentar esses dois aspectos: em primeiro lugar, enxergar as terríveis limitações dos computadores em seu estágio de evolução atual e não pedir deles mais do que podem efetivamente fazer (ou seja, comportar-se maquinalmente). Em segundo lugar, assumir nossa condição humana e subjetiva, e estudar detalhadamente os modelos mentais que orientam essa atividade falível e inexata que é a ação do professor. Está aí o objetivo central desse texto: discutir a importância dos modelos mentais que educadores/avaliadores têm do processo de aprendizagem. Vamos investigar a gênese desses modelos e sua influência nas práticas na escola (real e virtual), particularmente em relação às estratégias de avaliação.

## **APRENDIZES NATOS**

Uma das contribuições fundamentais de Jean Piaget foi a redescoberta da consistência, complexidade e função do conhecimento construído pelo aprendiz. Ele mostrou que somos todos pensadores ativos, sempre tentando compreender o mundo de forma inteligente, formulando teorias, criando conexões – enfim, somos aprendizes

natos. Entretanto, assim como nas grandes revoluções científicas [7], as teorias que construímos ao longo da vida só mudam quando as perturbações geradas em nossa experiência no mundo geram uma crise. Se não podemos mais assimilar o mundo em nossas teorias, só nos resta mudá-las, adaptá-las. Mas não é um processo simples: a história da ciência oferece centenas de exemplos da surpreendente longevidade de idéias equivocadas. Ptolomeu, por exemplo, criou sofisticadas provas matemáticas para mostrar que a Terra era o centro do sistema solar e que o estranho movimento observado dos planetas era devido aos pequenos círculos que descreviam ao longo de sua órbita (inexistentes, como sabemos hoje). Outro exemplo clássico é que, até o início do século XX, cientistas davam como certa a existência do *éter*, um meio para propagação das ondas eletromagnéticas.

Piaget diz que, em nossa história pessoal, o mesmo pode acontecer: as teorias que criamos sobre fenômenos do cotidiano não são frivolidades passageiras, mas construções intelectuais robustas, complexas e de difícil substituição. Muitos construtivistas radicais e semiólogos diriam que, na verdade, o conhecimento humano não reflete uma realidade ontológica objetiva, mas apenas um mundo interno estruturado a partir de nossas experiências. Apesar de ainda polêmica, a consequência da posição desses teóricos é monumental: não há um só “mundo real” nem um conhecimento puro, unitário e monolítico sobre ele, como afirma von Glasersfeld:

“O que experimentamos, processamos cognitivamente e passamos a conhecer é necessariamente construído a partir de nossos próprios “blocos de construção”, e não pode ser explicado de outra forma que não em termos de nossos próprios meios de construção.” [8]

Diversos semiólogos, curiosamente preocupados com a mesma questão, concordariam com E. Coseriu:

“É inútil quere interpretar as estruturas lingüísticas sob o ponto de vista das pretensas estruturas “objetivas” da realidade: é preciso começar por estabelecer que não se trata de estruturas da realidade, mas de estruturações impostas à realidade pela interpretação humana.” [E. Coseriu *apud* Blikstein [9]]

Infelizmente, nossos ambientes escolares ainda ignoram tais considerações e vivemos no mundo do *realismo metafísico*, segundo o qual existe uma realidade

objetiva e um único caminho para alcançá-la. Talvez isso seja consequência do Construtivismo nunca ter alcançado a mesma popularidade que outras correntes da Psicologia. Piaget nunca inspirou ditados populares (“Freud explica!”) ou temas de novela. A vida escolar seria bem mais harmoniosa se, ao ouvirmos uma idéia inesperada ou uma explicação diferente vinda dos alunos, disséssemos apenas “Piaget explica!”, em vez de classificá-las, com um sorriso de desprezo, como erradas ou “coisa de criança”. Essa categorização unidimensional em respostas *certas* e *erradas*, base da avaliação escolar tradicional, ignora toda a complexidade e sutileza da nossa construção de saberes sobre o mundo, engaveta a noção de que há múltiplos caminhos e formas de conhecer, e esquece que o conhecimento científico “estabelecido” é, ele próprio, repleto de lacunas, erros, simplificações e imperfeições, e está em constante evolução.

Nas últimas décadas, felizmente, tem havido um interesse crescente, principalmente entre os Construtivistas, em redescobrir o valor e a função cognitiva das idéias tidas como “erradas”. As pesquisas nessa área têm mostrado que diversos fenômenos identificados por Piaget em crianças são comuns em qualquer idade; suas teorias, portanto, não são coisa “para criança”, mas também se aplicam a aprendizes adultos.

## MODELOS MENTAIS NA FÍSICA

Interessados exatamente em compreender como aprendizes adultos constroem teorias “pessoais” sobre a Física, McCloskey (1984), Kempton (1987) e DiSessa (1993), estudaram em profundidade a gênese dessas idéias. Eles queriam entender como, fora do ambiente escolar, criavam-se teorias sobre a queda dos corpos, transferência de calor e outros fenômenos físicos. Academicamente, essas teorias “pessoais” foram denominadas de “Física ingênua” (*naïve Physics*), “Física popular” (*folk Physics*), “Conhecimento Intuitivo” ou “Primitivas Fenomenológicas” (*p-prims*), e revelam idéias muito semelhantes àquelas em que os cientistas acreditavam antes de Newton, Kepler ou Galileu. As teorias sobre o movimento dos corpos encontradas nas entrevistas de McCloskey são bastante semelhantes àquelas da Física medieval, em que os objetos tinham “ímpeto” ou vida própria; Kempton mostra como adultos traçam uma analogia entre o termostato de suas casas e o acelerador do carro, e utilizam o primeiro de forma equivocada; DiSessa comenta sobre alunos de engenharia que imaginam não haver forças atuando em um objeto em ascensão quando sua velocidade é zero (ponto de máxima altura).

Essas pesquisas demonstraram que as essas teorias, apesar de flagrantemente inconsistentes com relação à Física formal, não só eram robustas e de difícil contradição, mas também resistentes a anos de educação escolar [10]. De fato, a Física pré-Newtoniana é suficiente para explicar, dentro de um certo intervalo de certeza, boa parte dos fenômenos do cotidiano [11]. Além disso, nossos sentidos são facilmente “adestrados” para fabricar evidências em acordo com nossas expectativas, seja ao dirigir um carro, jogar futebol ou controlar um ar-condicionado. É bastante comum encontrar educadores que imaginam que, para derrubar essas teorias “pessoais” que alunos trazem da sua vida anterior ou exterior à escola, basta mostrar o “jeito certo”, dar uma boa explicação, ou demonstrar o teorema minuciosamente. McCloskey, ao contrário, mostra como as teorias da Física convencional são reinterpretadas pelos alunos para caber em suas teorias pessoais pré-existentes. Entretanto, a existência dessas teorias não é uma exceção ou uma anomalia de aprendizado, mas um fato normal de nossa trajetória cognitiva [11-13].

Uma parte importante da construção das “teorias ingênuas” se dá por analogias. Sabemos que elas são ferramentas poderosas de aprendizado, permitindo o transporte de um modelo funcional para novo campo do conhecimento. Modelos mentais *geradores* nos habilitam a fazer inferências e previsões sobre situações completamente novas, o que pode ser uma estratégia muito eficiente. Como observam Allan Collins e Dedre Gentner, nossa linguagem é permeada por esse fenômeno: tratamos idéias como objetos físicos (“vou tentar passar essa idéia para a platéia”), relacionamentos como obras civis (“nosso casamento tem fundações sólidas”), e estados mentais como estados físicos da matéria (“minha cabeça está fervendo”, “o sujeito é esquentado”) [14]. Entretanto, essa estratégia também pode gerar problemas quando, mesmo sem oferecer explicações sólidas para a realidade, as analogias se cristalizam e paramos de questioná-las.

Entretanto, nem todos nós precisamos saber as definições mais rigorosas da Física – mas é fundamental que os Físicos as saibam. Quando a qualidade de nossa atividade profissional depende da qualidade de nossos modelos, não podemos nos contentar apenas com generalidades ou “teorias ingênuas”.

## **MODELOS MENTAIS NA EDUCAÇÃO**

Se a robustez e coerência interna das teorias “pessoais” na maioria dos campos científicos é um fato e se elas orientam grande parte de nossa ação cotidiana, por que não pensar da mesma forma sobre a atividade profissional de professores?

Consideremos então as teorias pessoais sobre o *processo de aprendizagem*: da mesma forma como cada pessoa tem uma explicação diferente sobre movimento ou transferência de calor, o mesmo não se aplicaria à nossa concepção do funcionamento do cérebro humano? Como imaginamos que as pessoas aprendem? Qual é o modelo mental que professores têm da mente do aprendiz? Será que mesmo após anos de treinamento em faculdades de educação, professores não mantêm suas próprias “teorias ingênuas” sobre o aprendizado, como ocorre com os alunos de Física? Foi essa pergunta que Sidney Strauss quis responder no início da década de 90, quando se lançou em um desafio fascinante: investigar como os professores imaginam que a mente de seus alunos funciona [15].

Apesar do sedutor paralelo com a “teorias ingênuas” da Física, tal desafio requer um conjunto de métodos diferentes e complexos. Afinal, os modelos mentais sobre a aprendizagem não podem ser categorizados tão facilmente como “certos” e “errados”, ao contrário de vários fenômenos nas Ciências Exatas. Além disso, como nota Strauss e Shilony [16], somos bastante experientes em pensar sobre ensinar e aprender, já que passamos de dez a vinte anos de nossas vidas como alunos. Essa experiência é, possivelmente, ainda mais intensa do que como “Físicos”. Portanto, é uma poderosa fonte de modelos mentais sobre o aprendizado, freqüentemente mais determinante do que anos de estudos universitários em educação [17-19].

Mas antes que o leitor imagine estar lendo o capítulo errado, vamos explicar o que faz essa discussão em um livro sobre avaliação em educação *on-line*. Não seria esse tipo de educação uma nova fronteira de pesquisa, longe das velhas e obsoletas salas de aula? Ora, os modelos mentais sobre o processo de aprendizagem não só orientam a ação do professor na sala de aula, mas também a avaliação que é proposta aos alunos. Pouco importa se a sala de aula é real ou virtual, ou se o professor está a alguns metros ou em outro continente. A profusão de discursos proféticos na educação *on-line* nos faz esquecer que, sem desafiar, rediscutir e transformar as crenças e paradigmas mais fundamentais sobre o processo de aprendizagem, os cursos *on-line* apenas reproduzem o que já não funciona na educação tradicional [6, 20]. Para lembrar Heidegger [21] no seminal “A Questão Concernente a Tecnologia”, a essência da tecnologia não é tecnológica – a técnica participa ativamente da estrutura, o que, nas palavras do crítico de arte Paulo Sérgio Duarte é uma

“...afirmação trivial para um artista, que sabe muito bem o quanto a técnica é parceira na elaboração de sua linguagem. Quando se escolhe a aquarela, não se espera o mesmo comportamento das cores e da textura do que quando se escolhe o óleo.” [22]

Para repensar a avaliação na educação *on-line*, portanto, é fundamental refletir não só sobre as implicações dessa nova *técnica* (o que é enfatizado? O que se deixa de fora?), mas principalmente sobre a *essência da escolha dessa técnica* (por que escolhemos enfatizar um determinado aspecto e deixar outro de lado?). O que está por trás, por exemplo, de desenhar um sistema de avaliação *on-line* baseado em testes de múltipla escolha? O que se esconde por trás da crença de que essa forma de avaliação funciona? Nossas escolhas estão, inevitavelmente, ligadas aos modelos mentais que temos da cabeça dos aprendizes, do processo de aprendizagem e dos próprios recursos tecnológicos. Mas como identificá-los e como transformá-los?

## O MODELO DE STRAUSS

Sidney Strauss e sua equipe conduziram dezenas de entrevistas clínicas semi-estruturadas com professores e criaram uma metodologia especial para a identificação de modelos mentais sobre o aprendizado. Schön [apud Strauss, 23] estudou a dicotomia entre o discurso e a prática de profissionais em várias áreas. Ele detectou duas categorias: o discurso “acreditado” (revelado quando são convidados a *falar sobre* seu trabalho) e o “em ação” (revelado pela observação de sua *prática real*). Strauss estava interessado não só nos modelos mentais, mas na diferença entre aqueles inferidos a partir do discurso “acreditado” e os observados na ação concreta em sala de aula.

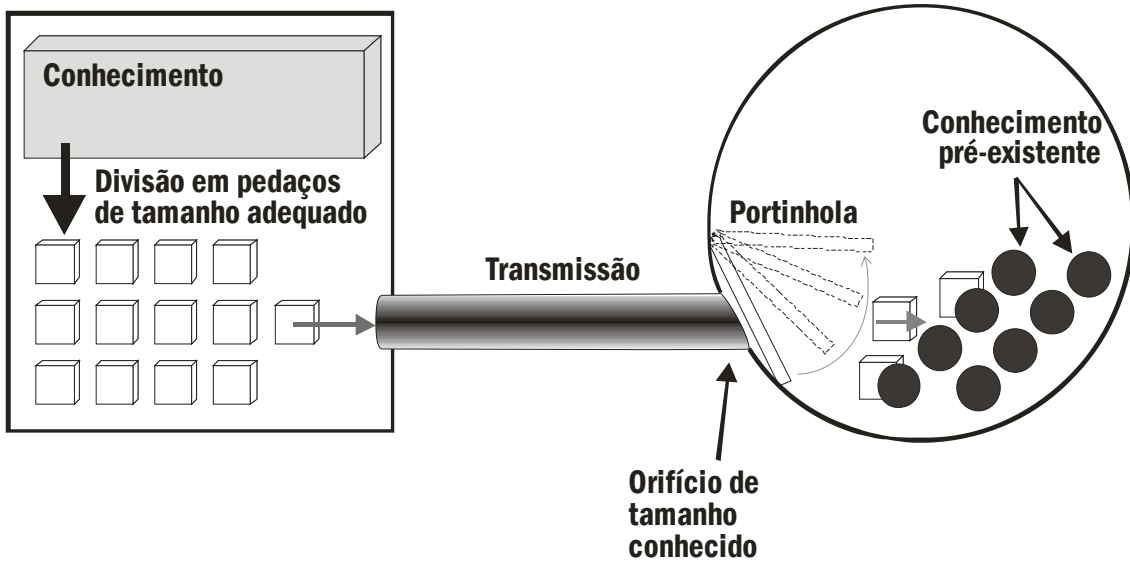
Os resultados são fascinantes [16, 23-25]. Em primeiro lugar, Strauss encontrou um modelo invariante entre professores iniciantes ou experientes. Além disso, assemelhava-se muito ao modelo de processamento de informações e de funcionamento da memória proposto na década de 60 por pesquisadores como Atkinson e Shiffrin<sup>1</sup>. A figura seguinte tenta expressar graficamente o modelo:

---

<sup>1</sup> Principalmente desde a década de 40, com o surgimento dos primeiros computadores eletrônicos, a explicação do cérebro humano por meio da analogia com o computador se tornou extremamente popular, sendo ainda hoje muito comum, tanto no meio acadêmico quanto no discurso popular. Curiosamente, na falta de melhores modelos, explicamos o criador pela sua criatura.

## Mente do professor

## Mente do aluno



O modelo apresenta as seguintes características:

- 1) Inicialmente, o conhecimento está dentro do professor e é exterior ao aluno.
- 2) Conteúdos complexos são difíceis de aprender; o precisam, portanto, ser divididos em pedaços menores. Uma das tarefas principais do professor é “quebrar” o conhecimento em pedaços de complexidade adequada.
- 3) Para que o aprendizado ocorra, o “pedaço de conhecimento” (representado por cubos brancos) tem de entrar na mente do aprendiz. Entretanto, na mente há aberturas de tamanho limitado e pedaços “grandes” não conseguem entrar. Um bom professor é aquele que consegue “transmitir” o conhecimento no tamanho certo para passar pelo orifício.
- 4) Há ainda outro obstáculo: mesmo que o conhecimento seja do tamanho certo, ele só efetivamente “entra” na cabeça do aprendiz se este estiver no estado emocional apropriado. É como se houvesse uma pequena portinhola que só se abre se o aluno estiver atento, motivado e interessado.
- 5) Uma vez dentro da mente do aprendiz, o novo conhecimento (cubos brancos) tem de se conectar com algum pré-existente (círculos pretos) por meio de analogias, associações ou exemplos. Professores devem, portanto, estimular as conexões entre o novo conhecimento e o já existente.
- 6) Caso não haja conhecimento pré-existente disponível para conexão, o novo conhecimento deve ser “fixado” na memória do aprendiz por meio de repetições e prática.

Strauss atenta para o fato de que esse modelo não é simplesmente unidirecional e estático. Vários entrevistados citaram, por exemplo, a importância do conhecimento anterior da criança para seu futuro aprendizado e, de uma forma geral, vêem o processo como interativo e dinâmico.

Além do modelo “acreditado” anteriormente descrito, a equipe de Strauss também inferiu os modelos mentais dos professores a partir de sua *ação* na sala de aula. Essa análise também revelou uma série de hipóteses sobre o funcionamento cognitivo da criança, tais como:

- 1) A criança tem um depósito de conhecimentos pré-existentes.
- 2) Esses conhecimentos podem ser acessados a qualquer momento.
- 3) Uma vez acessados, esses conhecimentos podem ser conectados a conhecimentos novos.
- 4) Professores acreditam na existência do estado mental de “atenção” e também que a atenção pode ser “focada”. Instrumentos para criar e manter esse foco podem ser: contar histórias pessoais, contar uma piada ou ações disciplinares (como chamar a atenção de um aluno disperso).

Essas hipóteses orientam os objetivos cognitivos que os professores desejam obter, assim como os métodos de ensino que escolhem [15]. O fato mais fascinante é que tais modelos nunca foram ensinados a esses professores em cursos universitários em Educação ou Psicologia da Aprendizagem – ao contrário, os modelos expostos nesses cursos foram as teorias de Piaget e Vygotsky. Vários autores [16-19, 26] apontam que esses modelos se constroem durante a vida do professor antes de iniciar seu treinamento profissional (ou seja, ainda como aluno), e resistem durante toda a vida.

Assim como teorias pessoais sobre a Física se constroem no dia-a-dia, diversas experiências cotidianas podem trazer indicações que, de fato, ensinar é *transmitir informações* e aprender é *absorvê-las e fixá-las* – tais como pedir uma indicação para chegar a um endereço, decorar um número de telefone, ensinar uma nova receita culinária. Um modelo baseado na transmissão de pequenos pacotes de informação, aparentemente, dá conta de muitas dessas situações cotidianas. Entretanto, essas experiências são, em sua maioria, curtas e simples, muito diferentes do que se requer no ambiente escolar. Esses modelos acabam norteando a ação do professor em ambientes muito mais complexos – é mais ou menos como lutar com paus e pedras contra um arsenal nuclear.

Para o bem das Ciências, os bons pesquisadores em Física acabam por superar e reconstruir suas próprias “teorias ingênuas”. Analogamente, professores e *designers* instrucionais, por terem um interesse profissional no processo de aprendizado, também precisam ir além delas. Segundo Strauss e Bramald, uma das razões da impermeabilidade das “teorias ingênuas” em relação ao que se ensina nas faculdade de educação é que nunca se traz a existência delas à tona. Modelos mentais são, por definição, invisíveis: agimos em função deles mas não temos consciência de que existem. Portanto, ao tomar contato com os modelos de Piaget ou Vygotsky, professores nem mesmo sabem que esses podem ser alternativas aos seus próprios modelos pessoais – afinal, eles mal sabem que os possuem. Uma das técnicas inovadoras de capacitação profissional usada por Strauss não tenciona *substituir* ou *ensinar* novos modelos mentais (o que seria um contra-senso com referência a tudo o que foi discutido nesse texto), mas fazer com que professores adquiram consciência deles e, conseqüentemente, possam questioná-los e compará-los com outros modelos existentes. Os modelos mentais dos professores são transformados em “objetos para pensar com”<sup>2</sup>, parafraseando Seymour Papert [27].

## PARA QUE SERVE CONSTRUTIVISMO?

Em um estudo realizado sobre esse tema [28], foram entrevistados alunos de pós-graduação em educação e professores do ensino fundamental no Brasil e Estados Unidos e se propuseram sete situações simuladas em sala de aula. A partir das respostas, foi aplicada uma metodologia semelhante à de Strauss [15] para inferir seus modelos mentais sobre os mecanismos e o processo de aprendizado. Além disso, os entrevistados foram convidados a relatar as histórias mais marcantes que viveram como aprendizes.

Uma primeira descoberta foi que, para boa parte dos entrevistados, o Construtivismo não é uma *teoria sobre o conhecimento*, mas um nome genérico para *práticas de sala de aula*. Numa inversão genuinamente piagetiana, os professores disseram que as idéias de Piaget pertencem à sala de aula *ideal*, mas as técnicas tradicionais é que estão conectadas ao mundo *real*. *Existiria, portanto, um aprender “construtivista” e um aprender “convencional”*. Poucos lembraram que o Construtivismo é uma teoria científica sobre o conhecimento e sua construção – e não uma utopia, tampouco um conjunto de técnicas de motivação. O instrutivismo, esse sim,

---

<sup>2</sup> “*Objects to think with*”

é uma espécie de “utopia” mecanicista – e nunca foi muito longe enquanto diagnóstico científico em atividades mais complexas. Diane Holt-Reynolds observou um resultado semelhante e mostra que muitos professores vêem o Construtivismo como um fim em si mesmo e não como uma teoria sobre o conhecimento. Sua pesquisa mostra que, para muitos deles, a participação dos alunos e a existência de discussões na sala de aula são, em si mesmos, os resultados desejados: “participação significa aprendizado” [29]. É bom lembrar que, em muitos sistemas de ensino *on-line*, a simples medida quantitativa da participação em *chats* e listas de discussão é tida como medida de motivação, interesse e aprendizado – mas não necessariamente o é. Vale aí lembrar o alerta de Strauss: sem uma tomada de consciência sobre seus próprios modelos mentais, os educadores simplesmente assimilam outros modelos dentro das estruturas pré-existentes.

Outro dado interessante do estudo foi que a maioria das histórias de aprendizado marcantes envolviam uma situação em que o aprendiz teve desempenho extraordinário, ou esteve em destaque social [28]. Essas experiências são fundamentais na construção de nossos próprios modelos mentais: o professor de geografia que contava histórias, a pesquisa que ganhou o primeiro prêmio, o dia em que foi chamado na frente da sala ou a teoria inovadora que inventou em matemática. Não é de se estranhar que os modelos mentais que construímos ao longo de nossa vida como aprendizes sejam baseados em fatos selecionados de forma não-representativa, ou seja, experiências marcantes para o indivíduo. De quinze anos de vida escolar, restam na memória uns poucos eventos sobre um professor extraordinário, uma lição inesquecível, o primeiro dez, o primeiro zero, anedotas de aulas espetaculares ou aborrecidas. Esses fatos orientam e justificam nossas próprias teorias sobre o que “funciona” ou não em sala de aula. Evidentemente, para um construtivista, não é estranho imaginar que experiências emocionalmente marcantes sejam mais importantes na formação de nossos modelos mentais sobre o aprendizado do que os cursos formais em uma faculdade de educação. Mas contentarmo-nos com eles é tão perigoso quanto construir um avião ignorando a lei da gravidade.

## **CONSEQÜÊNCIAS PARA AS NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**

A idéia de dissecar nossos modelos mentais é, antes de tudo, um estado de espírito. Como educadores, temos a obrigação de ir mais fundo, desafiar idéias aparentemente óbvias, destruir unanimidades. O instrumental que pesquisadores como Strauss nos oferece é precioso. A seguir, enumeramos alguns exemplos dessas idéias

que, de tão corriqueiras ou óbvias, nos passam despercebidas. Sabemos, entretanto, que o diabo está nos detalhes, nas entrelinhas, nas pequenas coisas – e cabe aos projetistas de ambientes de aprendizagem (on-line ou presenciais) detectá-las, questioná-las, transformá-las.

<b>Idéias e certezas na educação</b>	<b>Quais modelos mentais as inspiram?</b>
O nome: “sistema de gerenciamento de conteúdo (ou conhecimento)”.	Existe uma entidade denominada “conteúdo”, que encapsula “conhecimento” e precisa ser “gerenciado” de forma estruturada. Aprendizado é algo que se alcança por meio de acesso a materiais especialmente desenhados para esse fim.
O conteúdo precisa ser gerado por uma equipe especializada.	O conhecimento é uma grandeza mensurável que se acumula na cabeça das pessoas. Se queremos desenhar um curso, precisamos extraí-lo de lá e gerar materiais <i>didáticos</i> .
O conhecimento precisa ser dividido em pedaços de tamanho adequado para o consumo <i>on-line</i> (diferente do consumo presencial).	O estado mental próprio para o aprendizado está ligado ao ambiente e à mídia de transmissão do material. A Internet é um veículo de interação “rápida” e impaciente.
Páginas <i>web</i> precisam conter pouco texto e muito material multimídia.	A mente do aprendiz tem vários orifícios, um para cada mídia. Existe um estado de saturação de cada orifício. Nesse caso, outro pode ser ativado. Alguns orifícios, como o que recebe imagens em movimento (vídeo, animações) são mais fáceis de serem abertos. Imagens e animações são de mais fácil “fixação”.
É importante avaliar o aluno a cada passo.	Os pedaços de conhecimento podem ser fixados (por exercícios ou repetição), e ficam então guardados na mente do aprendiz. Quanto mais minuciosa a avaliação, mais garantia de aprendizado. Não se pode avançar um capítulo sem certeza de que o anterior está “aprendido”.
É importante começar pelo mais fácil e ir tornando cada vez mais complexo.	Conhecimentos podem ser “quebrados” em pedaços de diferente complexidade, e os mais simples são de mais fácil aprendizado. Uma vez dentro da cabeça, eles podem ser reconectados e a complexidade inicial é reproduzida. Existe uma seqüência otimizada de aprendizado.
É importante “animar” o curso e manter a participação.	Existem estados mentais mais apropriados para o aprendizado. A falta de interação humana faz com que o aprendiz se desconecte emocionalmente do curso.
Quanto mais participação, mais aprendizado.	Quanto mais tempo ficamos em contato com o material, mais conhecimento “absorvemos”. Alunos participativos são normalmente os melhores.
Alunos com boas notas aprenderam mais.	A capacidade de responder a perguntas está correlacionada ao aprendizado efetivo sobre o

## O MILAGRE DA COGNIÇÃO DISTRIBUÍDA

A discussão sobre os modelos mentais e sua influência na ação educativa nos ajuda a entender a constante decepção com a realidade das escolas. O contraste entre uma teoria extremamente progressista e a prática conservadora, que se pode observar facilmente nas escolas presenciais e virtuais, tem trazido desalento a muitos educadores. O discurso da pedagogia progressista, baseado originalmente nas idéias autores como Papert [27] e Freire [30], é ambicioso e carregado de uma retórica sedutora – mas de difícil implementação. Cada vez mais, e principalmente no Brasil, desejamos falar da educação como algo emancipatório e libertador. Queremos “incorporar” Piaget, Vygotsky, Freire, Papert, Illich, Pierre Lévy, Morin, Castells, tudo ao mesmo tempo, em um sincretismo difícil – principalmente quando ele se choca com as dificuldades em transformar tudo isso em prática sustentável na escola. O advento das novas tecnologias da informação trouxe uma nova onda de palavras de ordem, como *colaboração*, *inteligência coletiva*, *interação*, *interatividade*.

O festejo exagerado desse jargão sobre as novas tecnologias, em vez de facilitar o trabalho dos educadores, está criando mais cobranças impossíveis, contradições teóricas e promessas duvidosas. Entretanto, há desafios reais, técnicos, humanos e metodológicos. Enquanto não soubermos adequar a grandeza de nossas palavras à dimensão real dos problemas que precisamos enfrentar, corremos perigo, como diz Fernando Almeida:

“Os processos de ‘encurtamento’ do tempo têm seus limites e se circunscrevem a algumas atividades humanas ou técnicas. Não servem para tudo. Os apressados historicamente são devorados pela realidade e insatisfeitos com o tempo de gestação dizem o que não fizeram, prometem o que não podem, criticam os que falam a verdade e, ao fim, se desesperam.” [31]

Felizmente, nas últimas duas décadas, novas abordagens teóricas vêm iluminando esse debate. Uma das “lentes” interessantes para entender a natureza do conhecimento – especialmente na era das redes eletrônicas de informação – é o da *cognição distribuída*. Para discutir a natureza “geográfica” da cognição humana, o antropólogo Gregory Bateson sugeriu a seguinte imagem:

“Vamos supor que eu seja um homem cego e use uma bengala. Eu vou por aí e tap, tap, tap. Onde começo eu? O meu sistema mental termina na mão que segura a bengala? [...] Estaria o limite na metade da bengala? Ou em sua extremidade?” [32]

Bateson pergunta: do ponto de vista cognitivo, onde termina o homem e começa a bengala? Se fossemos avaliar sua habilidade em andar, qual a unidade de análise mais apropriada: o homem sozinho ou ele e sua bengala? Tal imagem sugere que não faz mais sentido pensar na cognição como um fenômeno puramente interno, mas sim algo distribuído por um sistema de objetos externos (e socialmente construídos), mas indissociáveis de nossos processos cognitivos.

Na “era do papel” era certamente mais fácil imaginar essa separação. Ele armazena texto e imagens, mas não pode modificar o seu conteúdo sem interferência humana. Não seria absurdo, portanto, pensar na informação em papel como um mero auxiliar para a memória. Com os computadores e a internet, cada vez mais se percebe que essa separação é irreal. As máquinas processam informações, corrigem e traduzem textos, alteram e editam imagens, e cada vez menos sabemos onde colocar a fronteira entre elas e nosso cérebro. Edwin Hutchins analisou o trabalho cognitivo de pilotos comandando um avião [33] e de equipes de centenas de pessoas operando um grande navio de guerra [34], e concluiu que não há outra forma de pensar nesses sistemas a não ser como uma complexa rede cognitiva com vida própria. Em outras palavras, o todo é maior que as partes, e não basta ter uma medida do que cada indivíduo “sabe” para ter-se uma idéia do que o sistema faz. Hutchins mostra que o que chamamos de atividade inteligente emerge de uma complexa rede de artefatos (distribuídos no tempo e no espaço) em interação com seres humanos.

Diante da perspectiva da cognição distribuída, a idéia tradicional de avaliação não é só inócua, mas prejudicial ao aprendizado. Não apenas ocupamos o tempo do aluno com provas e exames, mas comunicamos a eles que o conhecimento é algo que se constrói apenas internamente. O anacronismo da idéia do conhecimento como uma entidade interna, localizada exclusivamente dentro de nossos cérebros, foi escancarada pelas novas tecnologias – insistindo em métodos de avaliação que não levam isso em consideração, contribuimos para a criação de modelos mentais que durarão toda uma vida. Além disso, solidifica-se a idéia, por parte do aprendiz, de que seu desempenho

escolar é medida de sua competência cognitiva. No conhecido estudo de Terezinha Carraher *et al.* [35], crianças vendedoras de rua foram acompanhadas pelos pesquisadores tanto na rua quanto na escola. Quando estavam na vendendo doces ou coco, elas eram extremamente hábeis em cálculos aritméticos (multiplicação, subtração etc.). Quando eram avaliados na escola nesses mesmos tópicos, tinham desempenho sofrível.

Quando o lápis e do papel imperavam, um sujeito sábio era uma popularmente chamado “enciclopédia ambulante”. Hoje faz mais sentido pensar em um sábio como um “conector ambulante” – alguém que se sabe parte de muitas teias cognitivas e conhece como chegar aos elos importantes de forma precisa e rápida. Enquanto isso, na escola tradicional e em várias experiências de educação *on-line*, ainda estamos reinventando a roda, “fabricando cursos”, “gerando material”, “gerenciando conteúdo”.

Não faz sentido, portanto, pensar na avaliação como um processo em que o aprendiz é isolado do mundo e, nessa situação, tem de mostrar o seu conhecimento. Essa questão aponta para uma outra lente teórica importante: a *cognição situada*, que nos diz que conhecimento e contexto estão umbilicalmente conectados. Uma vez extraídos do contexto de aprendizado original, muitas vezes não sabemos onde ou como usar o conhecimento, como evidencia o trabalho de Carraher. Aliás, se não soubéssemos que elas eram extremamente competentes em Matemática, elas seriam jogadas na vala comum das crianças com “problemas de aprendizagem”.

Faz mais sentido, portanto, tentar manter o mais autêntico contexto possível e pedir que o aprendiz mostre o que sabe *fazer*. Conhecimento que não nos habilita a fazer algo novo (seja refletir sobre um dilema filosófico ou construir um robô) de pouco nos serve. Von Glasersfeld [8] nos lembra que, quando as estruturas cognitivas que construímos, sobrevivem ao teste da realidade, ou seja, se mostram úteis para predizer fenômenos no mundo, ela se consolidam. Quando não vemos nenhum uso para elas, ou quando elas são derrubadas pelos eventos do mundo exterior, gradativamente são abandonadas.

Mas *fazer* não deve ser confundido com *falar sobre*: fazer um *website* sobre Mecânica é diferente de construir um robô. Infelizmente, uma parte considerável dos projetos que usam novas tecnologias contenta-se em pedir aos alunos que criem *websites* e apresentações em PowerPoint, em vez de efetivamente usar o conhecimento para *fazer*. Isso muitas vezes implica em realizar tarefas fora da tela do computador (como dirigir um vídeo, construir um robô, executar um experimento científico), o que representa um

desafio logístico. Afinal, se o curso é *on-line*, como fazer os materiais de robótica ou química chegarem até o aluno? Qual seria o impacto no custo e aceitação do produto?

Apesar das dificuldades, aí entra a grande chance da educação *on-line*: o aprendiz tem a disposição uma máquina multifuncional, capaz de ajudá-lo a construir quase tudo que imaginar. O computador pode fazer fotonovela, conto, ensaio, robô, experimento científico, simulação, modelo matemático, software, *website*, arte, *design*, projeto de engenharia, plano de negócios... Basta oferecer as ferramentas ao aluno e avaliá-lo pela qualidade dos produtos reais, significativos, úteis, gerados durante o aprendizado. Ora, ao contrário do que ocorre na escola, não precisamos criar ambientes ou tarefas artificiais. A maioria das pessoas já trabalha com o computador e já cria produtos com ele cotidianamente – precisamos, isso sim, ser criativos para desenhar ambientes que resultem em atividades autênticas.

### **PRODUTO VS. EVOLUÇÃO INTELECTUAL**

Diante dessa avalanche de novas tecnologias, contextos cognitivos e lentes teóricas para o processo de aprendizagem, como repensar a avaliação? Na tabela a seguir, vemos algumas das idéias mais consagradas na visão tradicional (objetivista), com suas correspondentes construtivista ao lado; vale lembrar que esses são os dois extremos de uma escala com muitos meios-tons.

<b>Visão Objetivista</b>	<b>Visão Construtivista</b>
O conhecimento pode ser separado do ato de conhecer.	A existência de conhecimento somente ocorre em seres humanos que constroem sua própria realidade
O aprendiz adquire conhecimento objetivamente por meio dos sentidos.	O conhecimento é construído subjetivamente pelas pessoas, baseado em experiências anteriores e na forma pela qual refletem e as organizam metacognitivamente.
O aprendizado envolve a aquisição da verdade que <i>pode ser mensurada por meio de testes</i> .	Se o aprendiz adquire as estratégias que vão ao encontro do objetivo, então o aprendizado ocorreu; <i>a medida do aprendizado ocorre por meio de estimativas oriundas de observação e diálogo</i> . [36]

Inspirados pela visão Construtivista, apresentamos nesse texto três idéias centrais:

1) **Modelos Mentais:** O educador deve tomar consciência dos modelos mentais que têm sobre o funcionamento da mente dos aprendizes. Diversos estudos mostram que esses modelos são o que verdadeiramente orientam a ação cotidiana do educador.

2) **Qualidade do Produto vs. Qualidade do Processo:** O Construtivismo questiona a existência de uma realidade metafísica e de um conhecimento monolítico sobre ela. O que o senso comum chama de *realidade* é, na verdade, uma criação

intelectual subjetiva em constante evolução. Durante o aprendizado, o importante não é unicamente o *produto* (a resposta), mas a qualidade desse *processo, a saber: módulo, direção e sentido da evolução intelectual* para se chegar à resposta, mesmo que errada.

3) **O aprendiz inexistente em isolamento:** O instrumental teórico-metodológico da *Cognição Distribuída* e da *Cognição Situada* são ferramentas preciosas para emprestar validade a esquemas alternativos de avaliação, baseados em projetos pessoais e caminhos cognitivos próprios, e não em questões ou testes pré-estabelecidas. O computador, nessa perspectiva, passa a ser mais um dos objetos integrantes da nossa rede cognitiva, com o qual temos uma saudável relação de mutualismo: é parte integral da teia que nos permite atuar no mundo. É fundamental entender o conhecimento como uma irmandade sinérgica entre contexto, homens e objetos, e não como algo isolável, divisível e “empacotável”.

## CONCLUSÃO

A avaliação autêntica é uma utopia e ela tem essa existência paradoxal: é inatingível, mas não podemos parar de buscá-la. O método científico, por outro lado, é anti-utópico. Tudo precisa ser metrificado, reproduzível, e com bons motivos – assim se faz boa ciência. A pesquisa sobre educação situa-se em uma tênue fronteira – não faz sentido sem bons métodos, mas perde a razão sem utopia. É sobre esse fio que os educadores equilibram-se, tentando conciliar a crença, a teoria e a realidade.

Doravante, trabalhar, conviver socialmente e empreender projetos vai depender de nossa competência em articular novas linguagens, formas de expressão, construção e colaboração. Nesse oceano de novos saberes, o homem sábio não será o que acumula mais água – será aquele que sabe achar a direção do vento, escolhe bem quem convidar para o barco e, sobretudo, *está ali para se molhar*.

## REFERÊNCIAS

1. Becker, H.S., *A school is a lousy place to learn anything in*. American Behavioral Scientist, 1972. **16**(1): p. 85-105.
2. Stack, S. and J. Gundlach, *The Effect of Country Music on Suicide*. Social Forces, 1992. **71**(1): p. 211.
3. Piaget, J., *Réussir et comprendre*. 1. éd. ed. Psychologie d'aujourd'hui. 1974, Paris: Presses universitaires de France. 253.
4. Hadji, C., *Avaliação desmistificada*. 2001, Porto Alegre: Artes Médicas.
5. Searle, J., *Minds, Brains, and Programs*. Behavioral and Brain Sciences, 1980. **3**: p. 417-424.
6. Blikstein, P. and M.K. Zuffo, *As sereias do ensino eletrônico*, in *Educação Online*, M. Silva, Editor. 2003, Ed. Loyola: Rio de Janeiro.

7. Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolutions*. 1962, Chicago: The University of Chicago Press.
8. von Glasersfeld, E., *An Introduction to Radical Constructivism*, in *The Invented Reality*, P. Watzlawick, Editor. 1984, Norton: New York.
9. Blikstein, I., *Kaspar Hauser ou a Fabricação da Realidade*. 4th ed. 1995, São Paulo: Cultrix.
10. McCloskey, M., *Naïve theories of motion*, in *Mental Models*, D. Gentner and A. Stevens, Editors. 1984, Lawrence Erlbaum: Hillsdale, NJ. p. 289-324.
11. Smith, J.P., A.A. DiSessa, and J. Roschelle, *Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition*. *Journal of the Learning Sciences*, 1993. **2**(3): p. 115-163.
12. DiSessa, A.A., *Changing minds: computers, learning, and literacy*. 2000, Cambridge, MA: MIT Press.
13. Sadler, P.M., *The Initial Knowledge State of High School Astronomy Students*. 1992, Harvard University: Cambridge.
14. Collins, A. and D. Gentner, *How people construct mental models*, in *Cultural models in language and thought*, D. Holland and N. Quinn, Editors. 1987, Cambridge University Press: New York. p. 243-267.
15. Strauss, S., *Teachers' Pedagogical Content: Knowledge About Children's Minds and Learning: Implications for Teacher Education*. *Educational Psychologist*, 1993. **3**(28): p. 279-290.
16. Strauss, S. and T. Shilony, *Teachers' models of children's minds and learning*, in *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture*, L.A. Hirschfeld and S.A. Gelman, Editors. 1994, Cambridge University Press: Cambridge; New York. p. 455-473.
17. Bramald, R., F. Hardman, and D. Leat, *Initial teacher trainees and their views of teaching and learning*. *Teaching and Teacher Education*, 1994. **11**(1): p. 23-31.
18. Korthagen, F.A.J., *In search of the essence of a good teacher: towards a more holistic approach in teacher education*. *Teaching and Teacher Education*, 2004. **20**: p. 77-97.
19. Oosterheert, I.E. and J.D. Vermunt, *Individual differences in learning to teach: relating cognition, regulation and affect*. *Learning and Instruction*, 2001. **11**(2): p. 133-156.
20. Blikstein, P., *Transdisciplinary Science and Technology Ateliers*, in *Engineering School - Integrated Systems Department*. 2001, University of São Paulo: São Paulo. p. 132.
21. Heidegger, M., *The question concerning technology, and other essays*. 1st ed. Harper Torchbooks; CN 419. 1977, New York: Harper & Row. xxxix, 182.
22. Duarte, P.S., *Chega de futuro? Arte e tecnologia diante da questão expressiva*, in *Escritos sobre História e Educação*, F.C.T.d. Silva, Editor. 2001, Mauad / Faperj: Rio de Janeiro.
23. Strauss, S., et al., *Relations between teachers' subject matter knowledge, teaching experience and their mental models of children's minds and learning*. *Teaching and Teacher Education*, 1998. **14**(6): p. 579-595.
24. Strauss, S., *Confessions of a born-again Constructivist*. *Educational Psychologist*, 1996. **31**(1): p. 15-21.
25. Strauss, S., M. Ziv, and A. Stein, *Teaching as a natural cognition and its relations to preschoolers' developing theory of mind*. *Cognitive Development*, 2002(17): p. 1473-1787.

26. Prawat, R.S. *Changing Schools by Changing Teachers' Beliefs about Teaching and Learning (abstract)*. Elementary Subjects Series 1990 [cited March 2004].
27. Papert, S., *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. 1980, New York: Basic Books. viii, 230.
28. Blikstein, P., *Mental models for Learning: how do expert educators and graduate students in Education differ about their models for the children's mind*. 2003: Chicago, IL.
29. Holt-Reynolds, D., *What does the teacher do? Constructivist pedagogies and prospective teachers' beliefs about the role of a teacher*. Teaching and Teacher Education, 2000. **16**(1): p. 21-32.
30. Freire, P., *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. 1970, Rio de Janeiro: Paz e Terra.
31. Almeida, F.J.d., *About intentions and gestures (Sobre intenção e gesto)*. 2002: São Paulo.
32. Rogoff, B., *The cultural nature of human development*, ed. B. Rogoff. 2003, New York: Oxford University Press. xiii, 434.
33. Hutchins, E., *How a cockpit remembers its speed*. Cognitive Science, 1995. **19**(3): p. 265-288.
34. Hutchins, E., *Cognition in the wild*. 2nd printing. ed, ed. H. Edwin. 1995, Cambridge Mass: MIT Press. xviii, 381.
35. Carraher, T.N., D.W. Carraher, and A.D. Schliemann, *Mathematics in the streets and in schools*. British Journal of Developmental Psychology, 1985. **3**(1): p. 21-29.
36. Lafoe, G. *Creating Constructivist learning environments on the web: the challenge in higher education*. in *ASCILITE 98*. 1998. Wollongong, Australia.