

# O pensamento complexo: desafios emergentes para a educação *on-line*

Maristela Midlej Silva de Araújo

Secretaria de Educação do Estado da Bahia, Núcleo de Tecnologia Educacional

## Introdução

Atualização permanente é o ponto-chave da sociedade contemporânea. Nesse contexto, destaca-se a importância da emergência de ensino na modalidade não-presencial, mediado pelas tecnologias, para suprir o número restrito de vagas na rede de ensino, assim como as necessidades individuais e sociais do mundo do trabalho. Passamos por um momento histórico, no Brasil e no mundo, em que muitos conceitos e práticas precisam ser revistos, principalmente em relação à educação a distância (EAD), devendo-se isso às transformações vividas na sociedade, desencadeadas também com a utilização das tecnologias nos últimos tempos, à concepção de conhecimento originada com as descobertas científicas do século passado, e, fundamentalmente, ao que agora se entende ser a educação.

O uso da tecnologia na EAD, passadas já três gerações, caracterizadas pelo uso de material impresso, rádio e TV, chega hoje à quarta com o uso do computador conectado à Internet, como afirmam Preti (2000) e Nunes (2004). Em oposição às primeiras tec-

nologias – mídias de massa – que se baseavam na comunicação de um para todos, o computador trouxe a novidade do dispositivo comunicacional, que tornou possível a comunicação todos-todos, a qual, segundo Lévy (1996), caracteriza a criação de um espaço virtual de vivência entre humanos e informação e, ainda, o permanente estado de mudança dessas informações em virtude da atualização e da intervenção dos usuários/aprendentes.

Nesse contexto de evolução das tecnologias digitais, surge a educação *on-line*. Segundo Moran (2003), pode-se definir educação *on-line* como o conjunto de ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas com o emprego de meios telemáticos, como a Internet, e o uso de todos os seus dispositivos informacionais e comunicacionais. A EAD é um conceito mais amplo que o de educação *on-line*. Um curso por correspondência, por exemplo, é a distância, mas não *on-line*. Ainda segundo o autor, a educação *on-line* está em sua fase inicial, e sua interferência se fará notar cada vez mais em todos os níveis de ensino. Com o avanço da telemática, a rapidez de comunicação por redes e a facilidade próxima de ver-nos e

interagir a distância, a educação *on-line* ocupará um espaço central na pedagogia nos próximos anos.

Hoje, vivenciamos a transformação propiciada pela revolução tecnológica, com todas as interfaces disponíveis na Internet que permitem a interatividade entre os pares, o compartilhamento e a colaboração na elaboração de saberes. Ainda assim, há experiências em EAD na formação de profissionais que, apesar de utilizar ambientes *on-line* de aprendizagem, ainda demonstram que a modalidade acontece presa aos conceitos de currículo e outras que marcaram a pedagogia num determinado momento histórico, valorizado por numa visão instrucionista, esvaziando de sentidos e significados a utilização das tecnologias na educação.

É dessa forma que estamos preparando o indivíduo para ter acesso às redes de comunicação, ao conhecimento disponível? Como desenvolver autonomia, colaboração, criticidade e interatividade a partir desses novos suportes? Nesse sentido, cabe-nos refletir sobre o conceito de educação que permeia os projetos e cursos de EAD que estão em andamento: é a velha educação bancária tão propagada há décadas, ou é uma outra educação que vai formar cidadãos mais participativos em seu entorno?

Em minha caminhada de trabalho na formação de professores para/com o uso da tecnologia na educação, percebo que já não há mais tempo nem espaço para modelos instrucionistas, cientificamente defasados, simplificadores e mutiladores dos processos de construção do conhecimento e da própria dinâmica da vida, já tão fortemente criticados pelas diversas correntes pedagógicas.

Hoje, no Brasil, praticamente todas as instituições universitárias passaram a estabelecer programas especiais de formação de profissionais na modalidade a distância. Nesse sentido, urge investigar como a tecnologia pode ser aproveitada no campo do currículo em cursos de EAD levando em consideração uma perspectiva da aprendizagem colaborativa, o desenvolvimento da interatividade, uma abordagem de ensino-aprendizagem em rede, tendo professor e aluno como sujeitos ativos do processo de conhecimento e, final-

mente, o desenvolvimento do pensamento autônomo, com a conseqüente autoformação participativa.

Na procura de respostas às referidas inquietações, fomos em busca de novos referenciais que caracterizam o atual processo de construção das ciências, tentando identificar quais as teorias do conhecimento e da aprendizagem que têm correspondências com os princípios e critérios presentes nessas teorias, assim como propor estratégias pedagógicas para a ressignificação das práticas educativas.

### Em busca de novas bases teórico-metodológicas

Concordando com Moraes (1996), compreendemos que o grande problema da educação está no modelo de ciência, predominante num certo momento histórico, nas teorias da aprendizagem que o fundamentam e que influenciam a prática pedagógica. Segundo a referida autora,

Acreditamos na existência de um diálogo interativo entre o modelo da ciência, as teorias da aprendizagem utilizadas e as atividades pedagógicas desenvolvidas. Na prática do professor, encontram-se subjacentes modelos de educação e de escola fundamentados em determinadas teorias do conhecimento. Ao mesmo tempo que a educação é influenciada pelo paradigma da ciência, aquela também o determina. O modelo de ciência que explica a nossa relação com a natureza, com a própria vida, esclarece, também, a maneira como aprendemos e compreendemos o mundo, mostrando que o indivíduo ensina e constrói o conhecimento, a partir de como compreende a realização desses processos. (p. 59)

Assim, nos últimos séculos, a escola elaborou o modo de educar o homem enfocando seus aspectos lógico-formais, de memorização, mantendo a ritualística linear, com base na percepção equivocada de “transmissão de conhecimento”. Esse pressuposto tem sido a base para a formulação das práticas curriculares de ensino-aprendizagem, absolutizando apenas a razão e a experimentação, omitindo processos característicos da humanidade, como a emoção, as suas

subjetividades, assim como operando por seleção de dados significativos e rejeição de dados não significativos,

[...] separa (distingue ou disjunta); une (associa, identifica); hierarquiza (o principal, o secundário) e centraliza (em função de um núcleo de noções-chave). Estas operações, que se utilizam da lógica, são de fato comandadas por princípios “supralógicos” de organização do pensamento ou paradigmas, princípios ocultos que governam nossa visão das coisas e do mundo sem que tenhamos consciência disso. (Morin, 2005, p. 10)

Os cursos *on-line*, oferecidos via Internet, podem reproduzir o mesmo modelo de educação que vem sendo criticado pelas diversas correntes pedagógicas, apenas se travestindo de inovadores. Esses cursos vêm arquitetando ambientes que privilegiam os aspectos informativos e instrutivos, em detrimento de aspectos construtivos, criativos, reflexivos e cooperativos relacionados aos processos de aprendizagem e de desenvolvimento humano. Em geral, apresentam modelos tutoriais de ensino que direcionam as interações entre alunos e professores a partir de estratégias preestabelecidas, de processos rígidos que transmitem conteúdos mediante uma metodologia condutivista, que favorecem a memorização de informações isoladas. Esses trabalhos vêm sendo planejados a partir de enfoque centralizado, sem considerar o contexto, sem envolvimento por parte dos alunos, voltado para o atendimento de uma massa amorfa, homogeneizada, desconsiderando as diferenças. A atuação dos alunos restringe-se apenas a virar páginas eletrônicas e a responder exercícios mecânicos, sem maior compreensão do que está sendo estudado.

De modo geral, esses trabalhos sustentam-se em aulas expositivas.<sup>1</sup> Sabemos que essa metodologia é importante e essencial – quando é utilizada para des-

crever experiências, para colaborar na síntese do estudo feito sobre uma temática, abrir um tema, ou quando se processa de forma dialogada com o grupo, com perguntas que provoquem reflexões, com diálogos, debates, com a participação de todos –, mas ela sozinha não dá conta do atendimento das diversas necessidades e dos desejos de todos os alunos. Moraes (2004a) afirma que no cotidiano da sala de aula, a maioria dos educadores está habituada a perceber e a interpretar o mundo e o processo de construção de conhecimento a partir da visão da física clássica. Esta compreende a realidade visível como sendo estruturada, estável, e a maioria dos acontecimentos como sendo previsível, predeterminada e a racionalidade como o estado da mente mais utilizável para a construção do conhecimento técnico-científico. Esse determinismo manifesta-se nas práticas educativas, ao deixar prevalecer o valor da homogeneidade sobre a singularidade, da objetividade sobre a intersubjetividade, bem como da uniformização sobre a diferenciação.

As concepções vigentes de educação sinalizam cada vez mais a urgência de buscar não apenas novas bases teórico-metodológicas para além das visões da ciência clássica que subsidiem uma transformação nas práticas pedagógicas, mas a construção de um pensamento educacional mais sintonizado com as exigências dos novos tempos. O momento atual propicia ao docente a revisão de seus procedimentos, da sua maneira de ensinar e aprender.

Para a perspectiva deste trabalho, considero básico o texto de Moraes (2004a) *Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI*. A autora, assim como Morin (1998, 2003, 2005), Maturana e Varela (2001), entre muitos outros, mostra que existem, subjacentes às raízes dos pensamentos quântico e biológico, sementes epistemológicas estruturantes do paradigma educacional emergente (complexo ou sistêmico) capazes de fundamentar os processos interativos, reflexivos e colaborativos que emergem nos ambientes de aprendizagem, presenciais ou virtuais, pela óptica da construção do conhecimento.

<sup>1</sup> Disponibilizam o conteúdo em forma de *slides* produzidos em editores eletrônicos de apresentações.

### **A aprendizagem em ambientes *on-line* pela ótica do pensamento complexo**

Para Moraes (2004a), os pressupostos epistemológicos presentes nas teorias quânticas e biológicas, como complexidade, causalidade linear, incerteza, intersubjetividade, indeterminância, auto-organização, dialogicidade, interatividade, autonomia, entre outros, combatem fortemente o modelo tradicional, linear, de construção de conhecimento, em que o professor é quem fala e o aluno escuta e copia para reproduzir na prova o que foi dito. Tal modelo é alimentado pelas teorias instrucionistas. Em contrapartida, as teorias quânticas e biológicas oferecem pistas que talvez possam ser bem compreendidas e exploradas pelos educadores para ressignificação das suas práticas pedagógicas. Apoiada nas discussões entre físicos e biólogos, a referida autora traz contribuições significativas para repensar a educação neste novo século.

Heisenberg, citado por Moraes (2004a), afirma que, com seu princípio da incerteza, revelou a impossibilidade de prever a reação de um elétron num determinado experimento, pois ela depende do observador, que, ao medir um objeto, perturba a situação, interfere no estado da onda/partícula em que o elétron se apresenta. Ele ensina que não é possível prever o que realmente acontece a cada experimento, mas apenas prever a média da probabilidade das reações. Isso demonstra que é impossível separar sujeito do objeto, pois ambos só existem a partir de suas relações e conexões, o que deu origem à intersubjetividade, que nega a objetividade como critério da cientificidade. Isso significa que tanto um como outro, sujeito e objetos, não desaparecem, mas ambos precisam estar relacionados para serem compreendidos; portanto, precisam estar contextualizados. No dizer de Moraes (2004b, p. 26), “a contextualização acontece quando se consegue ir além, ampliar o foco e quando se percebe que sistemas estão inseridos dentro de outros sistemas mais abrangentes, como totalidades/partes que se encontram enredadas”, visão condizente com o padrão em rede como sendo o padrão da vida, proposto por Capra (1996) e Maturana e Valera (2001).

O princípio da incerteza combateu a noção de causa/efeito da ciência clássica, questionando também a estabilidade do mundo, a determinação, a previsibilidade dos fenômenos e o controle dos processos, assim como a causalidade linear como sendo a única explicação possível da realidade. A “causalidade linear explica que a cada fenômeno observado corresponde uma causa e que os efeitos são correspondentes às causas anteriores, constituindo-se assim, em uma visão reducionista e simplificadora da ciência” (Moraes, 2004b, p. 27).

Apesar de a descoberta do princípio da incerteza ser de extrema importância para a evolução da ciência e com conseqüências significativas para nossas vidas, a ciência moderna, desde o início do século, já havia sofrido os abalos das teorias da relatividade de Einstein. Essa teoria explica que o mundo não consiste de objetos isolados, mas de uma rede de interconexões dinâmicas caracterizadoras dos mais diferentes processos de movimentos, de mudanças, dos mais diferentes fluxos de energia. Para o físico italiano Marcello Cini, citado por Pretto (1997, p. 3), o que vemos hoje, olhando a evolução da ciência, é uma grande mudança de concepção:

[...] passou-se, em vez disso, a uma concepção de mundo em que, em vez de se tentar reduzir tudo à ordem, regularidade e continuidade, emergem categorias e perspectivas completamente opostas. Estudam-se a desordem, a irregularidade, os fenômenos que não se repetem, em vez de tentar unificar fenômenos muito diferentes pela explicação resultante de uma única lei fundamental. A individualidade começa a ser reconhecida, por exemplo, no fato de que sistemas estruturalmente idênticos podem revelar comportamentos radicalmente diferentes, ocasionados apenas por pequeníssimas diferenças que, até então, todos consideravam como sendo não essenciais.

A causalidade linear fundamenta a racionalidade cartesiana e, ao mesmo tempo, indica a existência de um único caminho, de uma única metodologia, de uma única maneira de realizar algo. A causalidade recursiva, originada nas descobertas da física quântica, traduz a existência de uma dinâmica não linear, ou

seja, de uma dinâmica complexa, implicando um pensamento aberto ao inesperado, ao desconhecido, ao acaso, pressupondo que não existe nem início nem fim, que cada final é sempre um novo começo e cada início emerge de um final anterior e “o movimento cresce em espiral” (Moraes, 2004b, p. 30).

Em relação à educação, a dinâmica não linear vem de encontro as práticas pedagógicas tão criticadas da escola instrucionista e autoritária, reprodutora do conhecimento processado de maneira linear, próprias da “educação bancária” (Freire, 1987). Esse pensamento linear não combina com a aprendizagem colaborativa, interativa, com cooperações mútuas, desconsidera as subjetividades, aspectos fundantes da abordagem complexa.

Para ajudar a pensar a complexidade, Morin (2005) reconhece três princípios. O primeiro é o denominado dialógico, que nos permite manter a dualidade no seio da dualidade. Ele associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagônicos. É a capacidade que uma ação tem de associar-se a outra de maneira complementar, concorrente ou antagônica. O segundo princípio é o da recursão organizacional. Um processo recursivo é um processo em que os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores do que os produz. Para Morin, a idéia recursiva é “uma ruptura com a idéia linear de causa/efeito, de produto/produtor, de estrutura/superestrutura, já que tudo que é produzido volta-se sobre o que o produz, num ciclo ele mesmo autoconstitutivo, auto-organizador e autoprodutor” (2005, p. 74).

Como exemplo, podemos citar as influências de um indivíduo sobre a sociedade ou da educação sobre o aprendiz. Sabemos que a sociedade produz o indivíduo, que também produz a sociedade, sendo que esta retroage sobre os indivíduos por meio de linguagens, cultura, hábitos e crenças. Para Moraes (2004a, p. 122), o mesmo ocorre com o sistema educacional, que produz determinado tipo de aprendiz, que, por sua vez, como sujeito aprendiz também influencia, pelas interações recorrentes, a evolução e o desenvolvimento da própria educação em função de suas relações retroativas sobre o sistema educacional. Se-

gundo a autora, é essa recursividade que acaba com a idéia de causa e efeito, haja vista que tudo que é produzido retorna sobre aquilo que o produziu, de maneira cíclica, em função do processo de auto-organização, em que ele é auto-organizador e autoprodutor.

O terceiro princípio mencionado por Morin é o hologramático. A idéia do holograma vai além do reducionismo que só vê as partes e do holismo que só vê o todo. Em um holograma, a parte está no todo, mas o todo está na parte. Esse processo ocorre nos mundos físico, biológico e sociológico. Para o autor, sabe-se que “o adquirido no conhecimento das partes volta-se para o todo. O que se aprende sobre as qualidades emergentes do todo, tudo que não existe sem organização, volta-se sobre as partes” (2005, p. 75). Dessa forma, o conhecimento pode ser enriquecido das partes pelo todo e do todo pelas partes, num único movimento produtor de conhecimentos. Portanto, a própria idéia hologramática está associada à idéia recursiva, que, em parte, está ligada à idéia dialógica.

Esse princípio hologramático é um dos aspectos fundamentais do pensamento complexo e exige nossa maior atenção, como educadores, em função de possíveis desdobramentos na área educacional. Portanto, julgamos necessário perceber que a capacidade de auto-organização dos sistemas faz com que determinada totalidade surja com propriedades e qualidades diferentes, nem sempre semelhantes ao sistema que lhe deu origem, razão pela qual, em sua descrição, podemos dizer que o todo não pode ser simplesmente reduzido à soma de suas partes ou de seus componentes (Morin, 2005).

Essa capacidade de auto-organizar-se, de auto-produzir-se, indica que um sistema não é apenas uma unidade global, mas uma unidade complexa, múltipla, uma totalidade em que cada uma das partes não se encontra perdida nem fundida no todo, mas possui identidade e funcionalidade próprias, o que, por sua vez, é diferente da identidade ou da funcionalidade do todo.

Nesse mesmo sentido, para a compreensão desse novo paradigma, caracterizado pelo pensamento complexo, é de fundamental importância conhecer a feno-



menologia da auto-organização, que tomou grande impulso com a teoria das estruturas dissipativas, explicada no livro de Ilya Prigogine em parceria com Isabelle Stengers, *A nova aliança: metamorfose da ciência* (1997). Nesse texto, os autores afirmam que não há mais situações progressivamente mais ordenadas a partir de um momento em que ocorre a “bifurcação”, e assim todo sistema se organiza em um outro nível. Segundo eles, uma organização viva vai da estabilidade para a instabilidade, da ordem para desordem, do ser para o vir-a-ser, traduzindo a presença da quietude no movimento como duas condições complementares presentes na organização viva. Assim, as perturbações em um sistema são a chave para o crescimento da ordem, pois todo sistema aberto funciona às margens da estabilidade e sua evolução depende de flutuações de energia que, em determinados momentos, desencadeiam reações espontâneas. Essa estabilidade, para ser recuperada, necessita da energia que é retirada do meio pelos processos de auto-organização que provocam mudanças em sua estrutura. Isso seria uma forma de explicar, por exemplo, o surgimento da vida nos planetas, em que “as configurações da natureza interagem com o ambiente local, consumindo energia dele proveniente e fazendo retornar a ele os subprodutos dessa utilização de energia” (Fróis, 2004).

Em *O fim das certezas*, Prigogine mostra que o enigma contemporâneo reside no fato de que a natureza quase sempre opera fora do âmbito da previsibilidade, uma vez que é um sistema dinâmico; assim, as leis da natureza adquirem, então, um significado novo: não tratam mais das certezas, mas sim de probabilidades (Prigogine, 1996, p. 159). A teoria de Prigogine traz a noção de tempo irreversível, contestando a abordagem da física clássica newtoniana, em que os fenômenos eram tratados como reversíveis. Prigogine vincula “a irreversibilidade a uma nova formulação, probabilista, das leis da natureza” (*idem*, p. 193). Assim, passado e futuro passam a ser relativos.

O sociólogo português Boaventura de Souza Santos alerta que estamos passando por uma crise: a crise do modelo da racionalidade científica, resultado de uma pluralidade de condições, segundo ele, tanto

sociais quanto teóricas. Para Santos, trata-se de lidar hoje com uma

[...] nova concepção da matéria e da natureza que propõe, uma concepção dificilmente compaginável com a que herdamos da física clássica. Em vez de eternidade, a história; em vez do determinismo, a imprevisibilidade; em vez do mecanicismo, a interpenetração, a espontaneidade e a auto-organização; em vez da reversibilidade, a irreversibilidade e a evolução; em vez da ordem, a desordem, em vez da necessidade, a criatividade e o acidente. (Santos, B. S., 2003, p. 48)

Ainda segundo o autor, essa substituição, essa desconstrução e superposição não são um fenômeno isolado, ocorrendo nas diversas áreas do conhecimento, num movimento transdisciplinar e tem não só em Prigogine, mas em Maturana e Varela, entre outros, exemplos dessa nova óptica sobre espaço, tempo, natureza, sociedade, homem.

A fenomenologia biológica (Maturana & Varela, 2001) também contribuiu para rever o paradigma tradicional de ciência, descobrindo que nada de fora determina o que acontece na estrutura do sistema vivo e que o ambiente não determina o comportamento do indivíduo, apenas pode catalisar processos, mas o que ocorre depende da estrutura do sujeito em sua relação com o objeto. Eles explicam que isso ocorre em função do acoplamento estrutural, que pode ser entendido como um conjunto de mudanças que o meio provoca na estrutura de um determinado organismo e vice-versa, numa relação circular. Ou seja, um organismo é sempre fonte de resposta para o meio onde se encontra. Quando influenciado, muda; mudado, responde, provocando também mudanças no meio que o influenciou. Em contrapartida, eles revelam também que os sistemas vivos, em função de sua autopoiese,<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Autopoiese é a teoria que explica que, para existir, todo ser vivo depende de contínuas mudanças estruturais, pelas quais ele conserva sua organização mediante processos que envolvem a capacidade de auto-regeneração, de autoprodução, de automanutenção da vida (Maturana & Varela, 2001, p. 52-61).

apresentam tendência ao aumento da diferenciação e não da homogeneização, a partir de suas relações com um ambiente mutável. O sistema vivo, pela necessidade que tem de dar respostas às mudanças no meio, diante dos desafios impostos pelo ambiente, vai transformando-se, auto-organizando-se para poder permanecer dinamicamente adaptado ao ambiente em que vive.

Articulando essas idéias com a educação, Moraes (2004b, p. 33) traz uma reflexão para aqueles que querem ressignificar suas práticas pedagógicas. Para ela, “se reconheço e assumo a possibilidade de a educação incentivar e promover a diferenciação, ao invés da homogeneização, precisamos também assumir a possibilidade de se fazer ajustes reguladores em nossas práticas pedagógicas e em nossas propostas curriculares, o que também implica abertura e flexibilidade em nosso modo de ser e em nossa maneira de fazer e avaliar as nossas ações”.

Na visão de Moraes (2004b, p. 34), essas teorias desvelam o caráter complexo do conhecimento e da aprendizagem e revelam alguns parâmetros, princípios e valores significativos que podem servir para a reconfiguração de um novo cenário epistemológico, que vem sendo chamado de Paradigma Educacional Emergente, Ecosistêmico ou Complexo. Ela acredita que tais princípios e valores podem ser indutores de práticas pedagógicas mais dinâmicas, integradoras, complexas e holísticas, que requerem, por sua vez, maior entendimento conceitual em relação ao conhecimento, à aprendizagem e à complexidade envolvida nos processos educacionais.

Para Edgar Morin (2005), complexidade significa uma tessitura comum que coloca como inseparavelmente associados o indivíduo e o meio, o sujeito e o objeto, a ordem e a desordem, o professor e o aluno e os demais tecidos que regem os acontecimentos, as ações e as tramas da vida. Para o autor, “complexo é aquilo que é tecido em conjunto”. Esse enfoque traz consigo a visão de que o conhecimento é construído a partir de intercâmbios nutridores entre sujeitos e objeto, mediante diálogos, interações, transformações e enriquecimentos mútuos, em que nada é linear ou

preestabelecido, mas, sim, relacional, indeterminado, espontâneo, criativo e novo.

Assim, percebe-se que o atual modo de ensinar não dá conta das novas evidências acerca da subjetividade humana. Já temos embasamento suficiente para legitimar uma transformação no ensino, sabendo que não se aprende linearmente, mas mobilizando todas as diversas dimensões do ser humano para facilitar a reconfiguração do conhecimento ao ser incorporado pelos alunos, e descobrir e atribuir sentido próprio às informações provenientes quer dos professores e dos textos quer dos diálogos estabelecidos nas salas de aula. É desse processo que surge um conhecimento que permite ao aprendiz sobreviver e transcender, a partir de uma relação dialética entre o saber e o fazer que se realiza a partir da participação de outras dimensões humanas, entre elas a sensorial, a intuitiva, a emocional e a racional, dimensões essas que sabemos não dicotomizadas nem hierarquizadas, mas complementares (Moraes, 2004a, p. 204).

No planejamento curricular, a forma de organização linear e apenas transmissiva, ainda hegemônica, indica que os temas só podem ser trabalhados sequencialmente, seguindo um único caminho. Apesar do reconhecimento que possa haver, em certos casos, como alguma etapa que precisa ser cumprida antes de outra, isso não se pode constituir em uma regra fechada ou um único caminho preestabelecido.

Nesse sentido, Moraes (2004a, p. 201) alerta que a nova física e a nova biologia sinalizam em outra direção, apontando para um conhecimento em rede no qual teorias e conceitos estão interconectados, no qual não há mais conceitos hierarquizados, não há disciplina mais importante do que outra. Nós, seres humanos, não funcionamos de forma fragmentada nem apenas linearmente nos processos de construção do saber, mas também de maneira inter e transdisciplinar em relação ao conhecimento, isso como exigência intrínseca e operacional do nosso próprio organismo, e não como uma circunstância aleatória qualquer. É um processo dinâmico, articulado e auto-organizador, em que a emoção influencia o raciocínio e pode mudar uma rota pré-programada, em que a

ação, que produz o conhecimento, resulta não só da história de vida do indivíduo, mas também do coletivo. Então, pode-se dizer que todo o conhecimento é reconstrução do conhecimento. Essa concepção remete a uma metodologia na qual os alunos terão de dialogar com os conhecimentos, requerendo dos docentes a otimização de condições nas suas práticas pedagógicas que enfatizem esse modo de aprender. Nessa perspectiva, assumindo o conceito de aprendizagem como reconstrução, inspiro-me em Marques:

[...] aprendizagem é processo vital, autoformativo do gênero e do sujeito individuado pela cultura e singularizado pela auto-expressividade, que assim se configuram historicamente em reciprocidades, na autonomia do pensar e nas co-responsabilidades da ação. [...] Ao se entrelaçarem os processos da socialização, da individuação e da singularização do sujeito, os homens aprendem uns dos outros, constituem-se em sujeitos sociais concretos da aprendizagem e adquirem, como pessoas, as competências que os tornam capazes de linguagem e ação para tomarem parte nos processos do entendimento compartilhado e neles afirmarem sua própria identidade. Constitui-se, em suma, na aprendizagem a humanidade e se constituem os homens e seus grupos, pela ação comunicativa e na hermenêutica reconstrutiva das tradições, de face aos desafios dos sempre novos tempos e no imperativo da emancipação humana. (Marques, 1995, p. 15-16)

Dessa forma, o conhecimento não pode ser considerado algo que se transmite, que basta a percepção pela exposição do professor. Galeffi (2003) alerta que não é por meio de conteúdos e repetições autorizadas que se poderá alcançar uma educação humana transdisciplinar, que tem como princípio diretor a arte de aprender a *ser-sendo*, pois “vivemos no conhecimento e conhecemos no viver” (Maturana & Varela, 2001). Essa proposição deve ser realçada especialmente a partir do advento da Internet, que traz à tona o equívoco dos conceitos da educação moderna tão cristalizados, em que se acredita que, ao repassar informações, se está educando. Nesse mesmo sentido, Bonilla (2005, p. 18-19) sinaliza que informação e conheci-

mento se relacionam, um supõe o outro, mas um não se reduz ao outro, a informação só adquire significado num contexto humano, pois o sentido está no intérprete e não na informação em si. A esse processo de atribuição de significado às informações denomina-se conhecimento. Ainda para a autora, esse processo não acontece individualmente, produz-se na relação do sujeito com o mundo; portanto, nas interações entre sujeitos.

Os cursos a distância que se utilizam de ambientes *on-line* tendem a seguir, no processo ensino-aprendizagem, a lógica “bancária” e linear de transmissão de conteúdos. Assim sendo, encontram-se páginas na *web* com conteúdos seqüenciais que, em alguns casos, oferecem um hipertexto fechado no qual o aluno não tem a possibilidade de participar e intervir nem se perder na Internet. Silva (2001, p. 195) alerta que deve ser incluído um mecanismo que ajude o usuário/aprendiz a não se perder, mas que ao mesmo tempo não o impeça de perder-se. Assim, nesse jogo de perder-se e não se perder chama a atenção para o cuidado com uma sinalética que facilita os dados e enredos disponibilizados pelo professor. Ao mesmo tempo, chama a atenção para o cuidado com a informação satisfatória ao entendimento de cada aluno sobre o que o professor propõe, não o impedindo de, ao adentrar os caminhos propostos, experimentar o labirinto, o pensamento complexo que trabalha no acaso e na incerteza, e aí aprender e não ser suprimido. A *web* pressupõe uma estrutura hipertextual e usa a idéia de rede, definida por Lévy como

[...] um hipertexto, um conjunto de nós ligados por conexões. Os nós podem ser palavras, páginas, imagens gráficas ou partes de gráficos, seqüências sonoras, documentos complexos que podem ser eles mesmos hipertextos. Os itens de informação não são ligados linearmente, como em uma corda de nós, mas cada um deles, ou a maioria, estende suas conexões em estrela, de modo reticular. Navegar em hipertexto significa poder desenhar um percurso em uma rede que pode ser tão complicada quanto possível, pois cada nó pode ter, por sua vez, uma rede inteira. (Lévy, 1996, p. 33)



Pensar em práticas pedagógicas baseadas no sentido de redes significa superar a tradicional visão de educação centrada na hierarquia e na verticalidade, na perspectiva do programa preestabelecido, da fragmentação, da centralidade e da linearidade. No dizer de Serpa (2003), assim como em um labirinto, cada acontecimento está fundado em uma decisão que gera uma nova situação inusitada, a qual, por sua vez, provoca a necessidade de novas decisões independentes da anterior, sem que haja necessariamente engessamento do caminho já percorrido.

### Implicações pedagógicas

As tecnologias digitais oferecem cada vez mais uma infinidade de informações, mas estas somente são úteis às pessoas que conseguem dar-lhes sentido, selecionando aquilo que lhes interessa. Informação não é sinônimo de conhecimento e, em demasia, leva à dispersão. As informações só tomam sentido quando se transformam em um instrumento de interlocução, de diálogo (interior) multifacético e multidimensional, “ao passar por uma teia de relações” (Capra, 1996). Somente após esse processo podemos dizer que o sujeito compreendeu. Além disso, as tecnologias digitais oferecem várias possibilidades de comunicação e de diferentes linguagens (visual, auditiva etc.) para que um professor possa usar, a fim de atender aos mais variados estilos de aprendizagem.

Para Palloff e Pratt (2004), a utilização de uma variedade de atividades é, então, a melhor maneira de garantir a permanência dos alunos, pois cada um é um ser indiviso, com diferentes formas de resolver problemas, algo fundamental a ser pensado na elaboração de propostas para cursos *on-line*, pois na maioria dos casos o aluno lê um texto, faz exercícios e envia-os para o professor que confirma (ou não) suas respostas, assinalando os erros como deficiência do processo ensino-aprendizagem. Akiko Santos (2003, p. 28) observa, com Morin, que a construção do conhecimento não se faz somente pelos canais linguísticos e por ordenamento lógico-matemático em progressão. Há também movimentos retroativos e re-

cursivos, em que o presente está permeado pelo passado e pelo futuro. O passado condiciona tanto o que o homem faz no presente quanto suas projeções para o futuro. A dinâmica mental percorre simultaneamente os três tempos. Portanto, a aprendizagem dá-se em um anel recursivo e ascendente. Não há apenas uma forma de aprender.

Machado (1999, *apud* Santos, A., 2003, p. 28) oferece uma sistematização para compreender e lidar com a complexidade do processo cognitivo: compreender é apreender o significado; apreender o significado de um objeto ou de um acontecimento é vê-lo em suas relações com outros objetos ou acontecimentos; os significados constituem, pois, feixes de relações; as relações entrecruzam-se, articulam-se em teias, em redes, são construídas social e individualmente e estão em permanente estado de atualização; em ambos os níveis – individual e social –, a idéia de conhecer assemelha-se à de enredar.

Nesse sentido, Bonilla e Picanço (2005) trazem uma concepção de currículo em rede para o desenvolvimento de cursos, com uma perspectiva não-linear de educação, a partir do seu imbricamento com as tecnologias em uso. Nesses cursos, baseados em mapas que vão sendo cartografados no decorrer da experiência, há constante reorientação de processos metodológicos. Assim, os sujeitos envolvidos no processo têm liberdade de escolha de seus próprios percursos de aprendizagem, de acordo com seus interesses, em constante interação com seus pares, com as máquinas e com os diversos objetos de aprendizagem.

Dessa forma, precisamos romper a tão comum hierarquização de disciplinas e conceitos e a falsa idéia de a aprendizagem ser considerada um processo único, quando na realidade, em cada um, podem ser identificados muitos processos, que segundo Galeffi (2003) é a polilógica, um educar pelas diferenças. Ele ainda sinaliza que só se aprende o que se mostra necessário em seu evento.

É mais uma vez Moraes (2004a) que nos alerta que o conhecimento/construção é conseqüência de conhecimentos anteriores que o aprendiz possui. Isso tudo é trabalhado em função das informações e dos

dados que a realidade oferece e que, ao serem processados pelo indivíduo, se transformam em estratégias de ação que dão origem a novos fatos, e que, por sua vez, são incorporados à realidade, modificando-a. Tudo se vai complementando, se vai auto-organizando e se expressando pela conduta que se manifesta como resultado do conhecimento construído pelo sujeito aprendiz em rede de significados, incluindo aqui sua história de vida e da cultura em que vive.

De certa forma, podemos aqui acrescentar que esse ato de criação do conhecimento é a autopoiese (autofazer-se), ou seja, o momento criativo do processo de auto-organização que, para Maturana e Varela (2001), significa a capacidade que todo ser vivo possui de autotransformar-se continuamente. É quando o sistema é capaz de se autoproduzir. Para tanto, interage com o meio exterior, de onde extrai energia, matéria e informação, elementos constituintes de sua dinâmica organizacional. Essa teoria revela que cada organismo tem a capacidade intrínseca de auto-organizar-se, e essa potencialidade está presente em todo o universo e em todo ser vivente.

Nesse mesmo sentido, concordando com Morin (2005), que destaca que os sistemas não são constituídos apenas de partes ou de elementos constituintes, mas também de ações e interações entre unidades complexas, acreditamos que é o conjunto de interações, de relações estabelecidas que caracteriza a organização de uma comunidade de aprendizagem.

Conhecer e aprender, no entendimento de Maturana e Varela, implica procedimentos de interpretação, criação e auto-organização por parte do aprendiz. Situações de desequilíbrios, de desafios facilitam o desenvolvimento da aprendizagem, pois requerem estados de auto-organização recorrentes. Assim, o conhecimento e a aprendizagem são processos de construção recursivos e interpretativos desenvolvidos por sujeitos ativos em sua interação com o mundo e com a realidade que os cerca.

Com base em Edméa Santos (2003) e Moraes (2004a) e apoiada em Maturana e Varela (2001), reconhecemos as comunidades de aprendizagem que se formam no espaço virtual como organizações vivas,

que se auto-organizam pela complexidade dos processos instituídos e instituintes, das relações socio-técnicas estabelecidas pelos sujeitos no processo de aprendizagem – professores, estudantes, técnicos e comunidade externa – com os artefatos materiais e informacionais. Espaços onde seres humanos e objetos técnicos se implicam, se transformam e se afetam, produzindo assim modos de ser, de pensar e de viver que vêm desafiando os processos de ensino-aprendizagem legitimados pela lógica cartesiana e racionalista de conhecer.

Auto-organização, por sua vez, implica autonomia, que é também uma característica importante dos sistemas vivos, gerada por tudo aquilo que a organização internaliza ou armazena em sua estrutura a partir de processos autopoieticos. Energia, matéria e informação armazenadas são movimentos que permitem ao sistema o desenvolvimento de sua autonomia de ser e de existir. Mas, para sermos autônomos, precisamos interagir com o meio exterior do qual somos dependentes, o que indica, de acordo com o pensamento de Morin (1998), que a autonomia é sempre relativa e complexa, pois é a capacidade de relacionarmos com o que está ao redor, é a capacidade de auto-organização em relação ao entorno.

A autonomia, repensada a partir de um pensamento ecológico e das teorias da auto-organização e da complexidade, apresenta, assim, caráter dinâmico e processual, implicando sua indissociabilidade da idéia de dependência ecológica em relação ao meio. Um pensamento ecológico seria, para Moraes (2004b, p. 39), “um pensamento relacional, dialógico, indicando que tudo que existe co-existe e que nada existe fora de suas conexões e relações”. Isso se refere não apenas à ecologia natural, mas também à sociedade e aos indivíduos, e implica a interdependência existente entre diferentes domínios da natureza, incluindo as relações que ocorrem entre educadores e educandos, indivíduos e contextos diversos.

Trazendo essas idéias para a aprendizagem em ambientes *on-line*, é preciso pensar em estratégias pedagógicas que potencializem autonomia, interação, colaboração e comunicação, pois é mediada pelo com-

putador ou pela Internet, não tendo a presença física do professor e dos colegas. Embora a modalidade a distância permita a organização autônoma dos estudantes, que é sempre relativa, não se deve esquecer de que nela há planejamento e sistematização de suas ações: selecionam-se os conteúdos, orienta-se o prosseguimento dos estudos e propõem-se atividades para que os estudantes resolvam problemas. Assim, autonomia não deve ser confundida com autodidatismo, pois um autodidata é o estudante que seleciona os conteúdos e não conta com uma proposta pedagógica para o estudo nem com a colaboração de outros sujeitos.

A relação entre educador e educando e entre educandos deve ser, então, de trocas e interações, tendo como meta o crescimento em conjunto. Concordando com Galeffi (2003), precisa-se anunciar na aprendizagem autônoma uma tensão educativa que se funda na ação aprendente e, com essa ação, ser desenvolvida uma atitude aprendente radical. O professor, nessa relação, não se contenta mais em ser um transmissor de informações, um conselheiro, mas sim um professor que atua disponibilizando possibilidades de múltiplas experiências, de múltiplas expressões, um “negociador das diferenças” (Preto, 2003a, p. 18) e dos processos de aprendizagens, mesmo porque não é possível ensinar tudo a todos. O ponto-chave não reside em saber se a aprendizagem deve conceber prioridade aos conteúdos, mas sim assegurar que seja significativa.

Para Moraes (2005, p. 200), nos ambientes virtuais de aprendizagem a aprendizagem, embora seja individual, é também influenciada pelos processos de natureza coletiva, pautados nas conversações entre indivíduos que compartilham o mesmo espaço virtual. Nessa nova ambiência, aparece a definição de sujeito coletivo da aprendizagem (Lévy, 1996), fundamento para que se compreenda a aprendizagem colaborativa. Esse sujeito acontece quando todos os membros da comunidade participam da criação e da manutenção da comunicação. Assim, o debate dirige-se para a construção progressiva de uma rede de argumentação e documentação sempre presente simultaneamente e atualizada para toda a comunidade, que

pode ser manipulada por qualquer um e ainda assim estar imediatamente presente para todos. Essa organização e forma de produzir conhecimento não seria possível, a não ser em ambiente informatizado, baseado em redes hipertextuais.

Nesse sentido, precisamos propor uma educação *on-line* em que a aprendizagem não seja concebida na lógica apenas da transmissão, pelo estudo de objetos dados, mas como objetos dando-se, vivos, a partir das interações no ambiente virtual. Para tal, Silva (2001) sugere fundamentos básicos para a produção e gestão de práticas pedagógicas interativas: a) participação-intervenção: participar não é apenas responder “sim” ou “não”, significa modificar a mensagem; b) bidirecionalidade-hibridação: a comunicação é a produção conjunta da emissão e da recepção, é co-criação; os dois pólos codificam e decodificam; c) permutabilidade-potencialidade: a comunicação supõe múltiplas redes articulatórias de conexões e liberdade de trocas, associações e significações.

Ao propor esses fundamentos, o autor refere-se à possibilidade de modificação da tradição da sala de aula presencial baseada no baixo nível de participação oral dos alunos, na ênfase em atividades solitárias, na aprendizagem mecânica de conhecimento factual como principal objetivo do ensino, enfim, na distribuição do conhecimento. Refere-se também à sala de aula a distância, seja ela com uso de mídias de massa (televisão, rádio) ou de mídias digitais (Internet), que mantêm barreiras intransponíveis entre a produção e a recepção da comunicação e do conhecimento.

### Desafios emergentes

Silva (2001, p. 158) enfoca a interatividade como perspectiva de modificação da comunicação em sala de aula, da ação pedagógica do professor, a partir do movimento contemporâneo das tecnologias hipertextuais, esclarecendo que isso não significa meramente uma nova tecnificação da sala de aula, mas o atendimento das exigências da formação do sujeito do nosso tempo. E acredita que é dessa forma que se poderá

enfrentar o descompasso evidente entre o modelo de comunicação emergente e o modelo hegemônico que subjaz à instituição escolar, que é a transmissão. Assim como ele, não tenho a ingenuidade de achar que apenas modificando a comunicação em sala de aula a crise da educação que assombra diversos países será solucionada, pois tal crise não se resume às mazelas do modelo comunicacional arborescente que ainda prevalece nela. Entretanto, o autor crê que, ao modificar esse modelo da árvore, promoverá as bases da comunicação livre e plural – a participação, a bidirecionalidade e a multiplicidade de conexões. Isso significa dar abertura para a expressão e a ação dos atores diretamente envolvidos com a sala de aula – professores e alunos –, e talvez aí encontremos formas de reação e de reinvenção da educação e da própria sociedade.

O professor, ao romper a prevalência da transmissão e “converter-se em formulador de problemas, provocador de interrogações, coordenador de equipes de trabalho, sistematizador de experiências e memória viva de uma educação que, em lugar de aferir-se ao passado, valoriza e possibilita o diálogo entre culturas e gerações” (Barbero, 1998, *apud* Silva, 2001, p. 158), abre possibilidades para uma prática docente em que se possa partilhar entre aquele que ensina e aquele que aprende, num processo de produção de sentido que torna o aprendiz capaz de construir seu próprio percurso de aprendizagem.

O autor chama a atenção de que o professor pode oferecer as disposições e proposições específicas para um determinado aluno e/ou um determinado grupo. A sala de aula, tal como a sociedade, não é um aglomerado amorfo de pessoas. Nela, o interesse do aluno é personalizado e manifesta-se individualmente e em grupo. O *design* de um documento será lido por muitos; por isso, precisa ser dotado de um perfil que contemple os diferentes interesses da comunidade de usuários. Assim, independentemente da abordagem ou do modelo de ensino que o professor adote, o fundamental é reconhecer as diferenças de estilos de aprendizagem que existem e que devem ser levadas em consideração na sala de aula, presencial ou *on-*

*line*. Adotar a mesma abordagem para todos os alunos não funciona.

Schoeder (1993, *apud* Palloff & Pratt, 2004, p. 53) aponta para o fato de que entender como os alunos aprendem e o lugar que ocupam no processo pode ajudar os professores a elaborar ambientes de aprendizagem que atendam melhor às necessidades dos alunos. Ensinar tendo como base o modelo expositivo não dá conta de todas as preferências de aprendizagem.

É mais uma vez Silva (2001) que alerta que, ao propor o diálogo, a confrontação coletiva do conhecimento, o professor deve levar em conta o mapeamento das diferenças. Dessa forma, ele não elimina as diferenças em favor de uma unidade, não dilui as diversidades numa única identidade. Ele atenta para o “novo modo de interação” das culturas e respeita a “pluralidade de vozes” que compõe a sala de aula e as motiva à participação, à co-criação. Ou seja, o professor, mesmo estando adiante dos seus alunos no que concerne a conhecimentos específicos, não os transmite, não os oferece a distância; ele os propõe, modelando-os como espaços conceituais onde os alunos podem construir seus próprios mapas e conduzir suas explorações, considerando os conteúdos como ponto de partida e não como ponto de chegada no processo de construção de conhecimento.

Essa concepção de interação na sala de aula supõe estados potenciais do conhecimento arquitetados pelo professor, estruturados também como caminhos e espaços a percorrer, como dados flexíveis, que exigem a participação do aluno na construção do conhecimento, não só individualmente, mas também de forma coletiva, não mais na postura de ser passivo, que apenas olha, ouve, copia e presta conta. O aluno agora cria, modifica, constrói, aumenta, recorta, cola, e, assim, torna-se co-autor.

A imersão e a navegação realizadas pelo aluno que já traz consigo seus conhecimentos prévios sobre o assunto podem resultar em conexões não previstas pelo professor ou que este não achou importante contemplar naquele espaço. No dizer de Silva, se tais conexões implicam redesenhar ou aumentar a dispo-

sição arquitetada, e o professor, a partir do diálogo aberto, decide modificá-la, está configurada a co-autoria no ensino e na aprendizagem.

Em ambientes *on-line* fundamentados na perspectiva da interatividade, os conteúdos (*design* e comunicação dialógica) do curso são construídos num processo de parceria de autoria e co-autoria de sentidos, em que os autores criam e socializam seus saberes de várias formas: *softwares*, interfaces, hipertextos, mídias diversas. Esses ambientes precisam ser obras abertas, e, pelo potencial disponibilizado pelas interfaces das tecnologias da informação e comunicação (TIC), devem permitir liberdade de imersão, navegação, exploração e conversação, em que todos os participantes possam “contribuir no seu *design* e na sua dinâmica curricular” (Santos, E., 2003, p. 225).

A autora ainda alerta que apenas criar um *site* e disponibilizá-lo no ciberespaço, por mais que ele seja hipertextual, não é suficiente, é necessário que ele seja interativo. Para que a interatividade com o conteúdo e com seus autores possa ser efetiva, pode-se criar interfaces síncronas e assíncronas. Como exemplo das primeiras tem-se os *chats* ou salas de bate-papo, que possibilitam aos participantes a comunicação em tempo real com aqueles que estiverem conectados num ambiente *on-line* de aprendizagem, permitindo a troca de saberes, sentidos, desejos, dúvidas a qualquer tempo/espço naquele momento. Em relação às interfaces assíncronas, pode-se contar com os fóruns, que permitem a comunicação, a construção coletiva dos conhecimentos, neles há imbricamento entre recepção e emissão, e a mensagem pode circular e ser comentada por todos os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem; as listas de discussão, que possuem as mesmas características do fórum, em que todos podem comunicar-se com todos, diferindo daquele porque as mensagens são socializadas pelo correio eletrônico, não requerendo um ambiente específico no ciberespaço para enviá-las e recebê-las; os *blogs*, que, além de permitir comunicação síncrona e assíncrona, agregam em seu formato hipertextual uma infinidade de linguagens e formas de expressão (*idem*, p. 226).

Diante do exposto, ao sintonizar-se com os fundamentos da interatividade e a lógica comunicacional hipertextual e multimidiática acelerada pela presença das TIC, o professor percebe que o conhecimento não está mais centrado no seu discurso e, propondo-o, atenta para certos cuidados na interlocução, redimensionando sua autoria, na perspectiva da participação ativa dos aprendizes, numa união de emissão-recepção, potencializando a dialogicidade, a colaboração e a autonomia.

Reconhecemos, a partir de discussões trazidas por Moraes (2004), Morin (1998, 2003, 2005), Maturana e Varela (2001), Silva (2001) e outros teóricos aqui discutidos, que, subjacentes às raízes do pensamento complexo, emergem sementes teórico-metodológicas capazes de fundamentar o processo de construção do conhecimento e o desenvolvimento da aprendizagem, combatendo intensamente o modelo causal tradicional que alimenta as práticas instrucionistas.

Pretto (2003b) alerta que o uso das TIC na educação, seja ela presencial ou a distância, é objeto de estudos e experimentos em praticamente todo o mundo, sendo visível certo descaso quanto à sua verdadeira eficácia. Já é quase consensual a idéia de que a incorporação dos computadores na educação não pode ser mera repetição dos cursos tradicionais ou aulas, se ela estiver ainda centrada na superada e tradicional concepção das tecnologias educacionais associadas às práticas de instruções programadas de algumas décadas atrás, tão conhecidas dos educadores.

### Considerações finais

O pensamento complexo, originado das teorias quânticas e biológicas, pressupõe a necessidade de conceber o sistema educacional como redes autopoieticas, como estruturas dissipadoras de energia, auto-organizadoras, que aceitam o desconhecido, que acolhem o inesperado, o imprevisível e se auto-organizam a partir de suas interações. Essa mudança de enfoque requer o desenvolvimento de práticas pedagógicas, de posturas e atitudes coerentes com essa linha de pensamento.



Com as considerações sobre os aspectos fundamentais dessas teorias desenvolvidas pelos autores referendados no decorrer deste texto, queremos salientar que esses novos referenciais teóricos nos oferecem pistas significativas para o entendimento do processo de construção do conhecimento. É um pensamento que dá maior ênfase ao contexto, propõe maior abertura, estando sempre em processo de construção e reconstrução.

Tentamos destacar aqui alguns pontos significativos para o desenvolvimento de ambientes para a educação *on-line*, compreendidos como sistemas autopoieticos, como organizações vivas, a partir das relações de cooperação e colaboração que se firmam entre seus componentes. Propomos um ambiente que seja *mais comunicacional* (Silva, 2001), com maior autonomia dos estudantes, práticas que contemplem os diferentes estilos de aprendizagem e outras que estimulem a construção individual e coletiva do conhecimento. Nossa prática pedagógica, assim como os ensinamentos advindos de nossas pesquisas, comprova que não será possível fazer uma educação *on-line* com base na mesma perspectiva da aula convencional, uma vez que as TIC potencializam outra ambiência.

### Referências bibliográficas

- BONILLA, Maria Helena. *Escola aprendente: para além da sociedade da informação*. Rio de Janeiro: Quartet, 2005.
- BONILLA, M. H.; PICANÇO, Alessandra de A. Construindo novas educações. IN: PRETTO, Nelson de Luca (Org.). *Tecnologia e novas educações*. Salvador: EDUFBA, 2005. p. 214-230.
- CAPRA, Frijot. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FRÓIS, Katja Plotz. *Uma breve história do fim das certezas ou o paradoxo de Jamus*. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~dich/TextoCaderno63.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2006.
- GALEFFI, Dante Augusto. *Filosofar & educar*. Salvador: Quarteto, 2003.
- GALAFFI, P. A.; SALGADO, Noemi Soares. *Fundamentos filosóficos da educação transdisciplinar*. S.l.: s. ed., s.d. (mimeo.).
- LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1996.
- MARQUES, Mário Osório. *A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência*. Ijuí: UNIJUI, 1995.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MORAES, Maria Cândida. O paradigma educacional emergente: implicações na formação do professor e nas práticas pedagógicas. *Em Aberto*, Brasília, ano 16, n. 70, p. 57-69, abr./jun. 1996.
- \_\_\_\_\_. Tecendo a rede, mas com que paradigma? In: MORAES, Maria Cândida (Org.). *Educação a distância: fundamentos e práticas*. Campinas: UNICAMP/NIED, 2002.
- \_\_\_\_\_. *Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI*. Petrópolis: Vozes, 2004a.
- \_\_\_\_\_. Pressupostos teóricos do sentipensar. In: MORAES, Maria Cândida; TORRE, Saturnino de la. *SentirPensar: fundamentos e estratégias para reencantar a educação*. Petrópolis: Vozes, 2004b.
- \_\_\_\_\_. Educação a distância e a ressignificação dos paradigmas educacionais: fundamentos teóricos e epistemológicos. *Revista da FAEEBA/Universidade Estadual da Bahia, Departamento de Educação I, Salvador: UNEB, v. 1, n. 1, jan/jun. 2005.*
- MORAN, José Manuel. Contribuições para uma pedagogia da educação *on-line*. In: SILVA, Marco (Org.). *Educação on-line*. São Paulo: Edições Loyola, 2003.
- MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana*. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2003.
- \_\_\_\_\_. *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- NUNES, Ivônio Barros. *Modalidades educativas e novas demandas por educação*. S.l.: s. ed., s. d. Disponível em: <<http://www.intelecto.net/ead/modalidades.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2004.
- \_\_\_\_\_. Noções de educação a distância. *Revista Educação a Distância*, n. 4 e 5, Brasília: Instituto Nacional de Educação a Distância, p. 7-25, dez. 1993/abr. 1994. Disponível em: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/artigos/nocoesead.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2004.
- PALLOFF, Rena M., PRATT, Keith. *O aluno virtual: um guia para trabalhar com estudantes on-line*. Trad. de Vinícius Figueira. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

- PRETI, Orestes. Educação a distância e globalização: desafios e tendências. In: PRETI, Orestes (Org.). *Educação a distância: construindo significados*. Cuiabá: NEAD/IE-UFMT; Brasília: Plano, 2000.
- PRETTO, Nelson. *Educação e inovação tecnológica: um olhar sobre as políticas públicas brasileiras*. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 20., Caxambu, 1997. *Anais...* Caxambu: ANPEd, 1997. Disponível em: <<http://www.ufba.br/~pretto/textos/rbe11.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2006.
- \_\_\_\_\_. Ensinar bem é decidir na incerteza. *Revista Nova Escola*, n. 163, p. 18, jun./jul. 2003a.
- \_\_\_\_\_. Desafios para a educação na era da informação: o presencial, a distância, as mesmas políticas e o de sempre. In: BARRETO, Raquel (Org.). *Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2003b.
- PRIGOGINE, Ilya. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. Trad. de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Paulista, 1996.
- PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Trad. de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora UnB, 1997.
- SANTOS, Akiko. *Didática sob a ótica do pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2003.
- SANTOS, Boaventura de Souza. *Um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez, 2003.
- SANTOS, Edméa Oliveira. Articulação de saberes na EAD *on-line*: por uma rede interdisciplinar e interativa de conhecimentos em ambientes virtuais de aprendizagem. In: SILVA, Marco (Org.). *Educação on-line*. São Paulo: Edições Loyola, 2003. p. 217-230.
- SERPA, Felipe. Tecnologia proposicional e as pedagogias da diferença. *Noésis*, Salvador, n. 4, p. 29-39, jan./dez. 2003.
- SILVA, Marco. *Sala de aula interativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.
- \_\_\_\_\_. (Org.). *Educação on-line*. São Paulo: Loyola, 2003.
- \_\_\_\_\_.  
MARISTELA MIDLEJ SILVA DE ARAÚJO, especialista em informática na educação pela Universidade Estadual de Feira de Santana e em planejamento e gestão de sistemas em educação a distância pela Universidade Estadual da Bahia, e atualmente mestranda em educação na Universidade Federal da Bahia, trabalha no Núcleo de Tecnologia Educacional da Secretaria de Educação do Estado da Bahia, atuando nas áreas de tecnologias educacionais e formação de professores. Publicou: Formação de professores e as tecnologias contemporâneas: novas práticas curriculares na educação *on-line* (In: COLÓQUIO INTERNACIONAL POLÍTICAS E PRÁTICAS CURRICULARES: IMPASSES, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 2., João Pessoa, 2005. *Anais...* João Pessoa: UFPB, 2005. 1 CD-ROM); A tecnologia é um desafio (*Mundo Jovem*, Porto Alegre: Editora PUC-RS, v. 330, p. 2, set. 2002). Pesquisa atual: "O desenho didático na educação *on-line* e a prática pedagógica no ambiente virtual de aprendizagem: um estudo de caso". E-mail: marima@ufba.br; marimidlej@yahoo.com.br

Recebido em setembro de 2006

Aprovado em maio de 2007

---

Maristela Midlej Silva de Araújo

**O pensamento complexo: desafios emergentes para a educação on-line**

No Brasil e no mundo os investimentos em educação *on-line* crescem cada dia mais. Nesse sentido, justifica a necessidade de investigações que sinalizem caminhos para práticas pedagógicas coerentes com as necessidades atuais de formação e com os princípios que articulam a relação entre o uso da tecnologia, as concepções de conhecimento e de educação implicadas nesse processo. Procurando refletir sobre essa articulação, este trabalho traz discussões acerca do pensamento complexo, dos pressupostos epistemológicos presentes nas teorias quânticas e biológicas, as quais apontam para a transformação do modelo instrucionista de aprendizagem, ao mesmo tempo em que propõem elementos para repensar a educação vigente ainda fundamentada nos princípios da ciência clássica, tão fortemente criticada pelas diversas correntes pedagógicas.

**Palavras-chave:** pensamento complexo; educação *on-line*; prática pedagógica

**Complex thinking: emerging challenges for on-line education**

*Investments in on-line education are increasing significantly in Brazil and throughout the world. This justifies the need for studies that identify pedagogical practices that are coherent with current needs for education and with the principles that articulate the relationship between the*

*use of technology and the concepts of knowledge and of education implied in this process. Reflecting upon this articulation, the present study discusses complex thinking and the epistemological proposals found in quantum and biological theories, which indicate a transformation of the instructional model of learning. It simultaneously proposes elements for rethinking the currently dominant form of education still based on the principles of classical science, which are strongly criticized by various pedagogical tendencies.*

**Key words:** complex thinking; on-line education; pedagogical practice

**El pensamiento complejo: desafíos emergentes para la educación on-line**

*En Brasil y en el mundo las inversiones en educación on-line crecen cada día más. En este sentido se justifica la necesidad de investigaciones que señalan caminos para prácticas pedagógicas coherentes con las necesidades actuales de formación y con los principios que articulan la relación entre el uso de la tecnología, las concepciones de conocimiento y de educación implicadas en este proceso. Buscando reflejar sobre esta articulación, este trabajo trae discusiones a respecto del pensamiento complejo, de las suposiciones epistemológicas presentes en las teorías cuánticas y biológicas, las cuales apuntan para la transformación del modelo instrucionista de aprendizaje, al mismo tiempo que proponen elementos para repensar la educación vigente todavía fundamentada en los principios de la ciencia clásica, tan fuertemente criticada por las diversas corrientes pedagógicas.*

**Palabras claves:** pensamiento complejo; educación *on-line*; práctica pedagógica