

# **Concepções tecnológicas e educação: modelagem, complexidade, auto-organização e descentralização**

## ***Technological concepts and education: modeling, complexity, self-organization and decentralization***

Renato Kraide Soffner

Doutor em Educação pela Faculdade de Educação da UNICAMP. Docente e pesquisador do Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação, Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Americana, SP, Brasil.  
E-mail: renato.soffner@am.unisal.br

### **Resumo**

O papel da tecnologia nos processos educativos é aqui discutido, tanto do ponto de vista de uma crítica à sua utilização de baixo desempenho pedagógico, bem como pela proposta de novas visões paradigmáticas em educação que sua eficaz aplicação pode proporcionar. Isto é fruto das tendências e descobertas que as fronteiras científicas da complexidade, da auto-organização e da descentralização nos apresentam, e que já se encontram disponíveis em nosso arsenal de planejamento pedagógico e educacional, no formato de processos, técnicas e ferramentas. Considera-se a necessidade de seu envolvimento nas práticas educativas, do ponto de vista de uma análise crítica da eficácia em sua utilização. Apresentam-se subsídios que permitam uma real e eficiente utilização da tecnologia na educação, norteada por visões e recursos modernos e inovadores, como forma de crítica às práticas conservadoras que ainda assolam a área. Busca-se, ainda, contextualizar o problema por meio de uma revisão de literatura, a partir da qual se procederá à apresentação de ideias provocadoras dentro do tema.

### **Palavras-chave**

Tecnologia. Educação. Complexidade.

### **Abstract**

The role of technology in educational processes is discussed here, both from the point of view of a criticism of its use with a low educational performance, as well as by the proposed new paradigmatic visions in education that its effective implementation can provide. This is the result of trends and discoveries that complexity, self-organization and decentralisation provide nowadays, and that we already have in our arsenal of educational and pedagogical planning. It is considered the need for their involvement in educational practices, from the point of view of a critical analysis of effectiveness in its use. Subsidies are presented that allow a real and efficient use of technology in education, guided by modern and innovative visions and features, as a form of criticism on conservative practices that still plague the education. The context of the problem is contextualized through a review of literature, from which the presentation of innovative ideas within the theme is presented.

### **Key words**

Technology. Education. Complexity.

## Introdução

Sêneca já considerava, séculos atrás, que deveríamos estudar para a vida, e não para a escola<sup>1</sup>. Trata-se de crítica antiga, mas que pode ser facilmente reproduzida na atualidade, dado o modelo assumido pela educação formal tradicional, em que se valoriza essencialmente os meios, e não os fins. Do ponto de vista trabalhado neste artigo, tecnologia não é um *fim* em si, como equivocadamente parecem crer os tecnocratas, mas um *meio* para se ampliar as capacidades humanas. Precisamos, também, e antes de qualquer análise, definir o que seja tecnologia. De acordo com Litwin (1997), técnica e tecnologia têm etimologia idêntica – do verbo grego *tictēin* (criar, produzir, conceber, dar à luz). A técnica, para os gregos, tinha significado não apenas de meio ou ferramenta, mas incluía a ideia e o sujeito que usava o instrumento. Visão certamente diferente da atual. Sancho (1998) apresenta a definição de *techné* grega como sendo arte ou destreza, enquanto que o *logos* diz respeito à palavra; *tecnologia* é, portanto, o sentido e a finalidade das artes. Para os gregos, a técnica tinha relação direta com a arte, e um conceito bem prático e aplicado de saber fazer, de realização concreta. Finalmente, outra definição clássica nos diz que a tecnologia é tudo o que amplia os sentidos humanos, inclusive no seu papel dentro dos processos de aprendizagem, já que amplia nossos sentidos e nossa visão de mundo (SOFFNER, 2005).

<sup>1</sup> *Non scholae sed vitae discimus* – cf. *Epistulae Morales*, 106, 11-12.

A tecnologia e sua aplicação à educação tem sido motivo de muita polêmica nas últimas décadas, dados os fechamentos inconclusivos que a pesquisa no tema gerou. Desde cedo se percebeu a dificuldade grande que é medir indicadores de desempenho advindos do emprego de tecnologia nos processos educativos, já que a falta de homogeneidade nos níveis de avaliação e o grande número de propostas de metodologia tornaram a sonhada possibilidade de uma padronização irreal. A discussão chega a ser tão estéril e inócua, que chamamos de “bom senso pragmático” inferir qualquer conclusão sobre o retorno pedagógico real do emprego de recursos tecnológicos na educação. Para Papert (1980), no que tange o tema da aplicação de tecnologia à educação, vestimos “roupa nova em coisa velha”. As possibilidades de uso da tecnologia com preocupações pedagógicas e epistemológicas seriam devidas, basicamente, aos problemas do oferecimento de aulas tradicionais; computadores e tecnologia, que deveriam ser instrumentos de mudança e inovação na estrutura tradicional de educação, tornam-se um fim em si mesmos<sup>2</sup>.

Isso nos preocupa em demasia, quando percebemos que muito investimento já foi feito no assunto, em termos de

<sup>2</sup> Esta discussão do papel da tecnologia na mudança do papel da escola pode ser encontrada nas obras de Seymour Papert: *Mindstorms – children, computers and powerful ideas* (1980); *The children's machine – rethinking school in the age of the computer* (1993); *The connected family – bridging the digital generation gap* (1996).

computadores, redes e infraestrutura de uso de recursos computacionais, além das enormes verbas já empregadas em *software*. Autores de trabalhos extensivos no tema, como Haertel e Means (2003), já haviam demonstrado a dificuldade inerente à padronização de procedimentos de avaliação do emprego de tecnologia na educação. Para esses autores, ampla disponibilidade e acesso à tecnologia, característica do mundo atual, não trazem necessariamente melhoria nos processos de uso e manipulação de tanta informação, como também afirma Almeida (2006). Este autor questiona, inclusive, o novo papel do “estudar”, já que até conceitos seculares de nossa tradição pedagógica estão sendo reavaliados, entre eles o papel do professor e do aluno dentro dos processos de ensino e aprendizagem. Se antes estudar era memorizar informação e estar pronto para recuperá-la quando necessário, hoje a disponibilidade excessiva de informação torna este modelo, no mínimo, questionável. Ao que parece, e esta é a nossa proposição, estudar hoje é ser capaz de estabelecer relações entre assuntos e problemas, recorrendo a ferramentas que a moderna tecnologia nos fornece, e em busca de real aplicação para os resultados, qual seja, uma visão pragmática do assunto. Estabelecer estratégias para a vida, a partir da religação de saberes já dominados, e dentro de uma visão complexa (MORIN, 1995).

Nesta linha de novas visões, Antonio (2009) apresenta uma nova escuta para a educação e para o conhecimento do ponto de vista dos trabalhos de Prigogine, Morin

e outros autores de visão complexa e transdisciplinar da educação. A possibilidade de uma matriz epistêmica inovadora, com o reconhecimento interdisciplinar da complexidade do real, ou seja, um recursivo *novo conhecimento do conhecimento*. Ainda, “[...] novas concepções sobre a natureza do conhecer, sobre o universo, sobre a vida, trazem a consciência da necessidade de novas ideias e práticas pedagógicas, novos modos de ensinar, novas metodologias, novos diálogos educativos” (ANTONIO, 2009, p. 38).

O positivismo-determinista científico que marcou o século XIX verá aparecer, já no início do século XX, as teorias da complexidade, da auto-organização, do caos e da emergência, com visões essencialmente transdisciplinares das questões não só educacionais, mas científicas no geral. Momento de ruptura, surgirão questionamentos paradigmáticos a partir da incerteza de Heisenberg, da crítica ao absolutismo matemático e lógico proposta por Gödel (HOFSTADTER, 1989). Temos, portanto, a oportunidade única de propor novas visões para a educação, baseadas nos paradigmas da complexidade, da auto-organização e da complexidade. Para Lévy (2005), buscaremos a construção de novos *espaços do conhecimento*, pela substituição de representações pedagógicas de escalas lineares e paralelas, para saberes superiores, baseados em espaços de conhecimentos virtuais, abertos, e não lineares, que habilitam processos educativos inovadores, nossa proposta neste trabalho. Modelos hierárquicos e lineares – mecanicistas – baseados em causa e

feito, sempre reducionistas (pois analisam as partes), podem ser substituídos por um modelo orgânico e biológico, baseado no ponto de vista da auto-organização, emergência e complexidade, da ligação entre as partes, no qual a realidade é um todo.

## Complexidade

A *complexidade* tenta explicar o *complexo* de uma forma simples. O nosso momento histórico gera perplexidade: nunca o meio em que vivemos nos apresentou tanta mudança, e num ritmo tão acelerado. Muitos já disseram que a única certeza é a incerteza que a mudança traz, como alerta Stacey (1996). Assim, são inevitáveis os questionamentos sobre o papel da ciência e da tecnologia na concepção de fronteiras temporais e espaciais. O que pode a nossa secular experiência científica apresentar neste momento de incertezas? E como tudo isso pode afetar os processos educativos do ponto de vista da práxis educativa?

Modelos clássicos não mais nos amparam, nem mesmo a ciência tradicional, antes sólida e garantia de bases estáveis. Mesmo as nossas discussões sobre o conhecimento e a informação confirmam características intangíveis.

Os problemas mais significantes com os quais nos deparamos não podem ser resolvidos pelo mesmo nível de pensamento que os criou. Ou seja, precisamos de ferramentas cognitivas superiores a fim de identificarmos soluções para os problemas avançados ou complexos. Sistemas que resolvem tais situações são, em geral, imprevisíveis, com uma profunda separação

entre as ações efetivadas e os resultados esperados no futuro (quebrando a relação de causalidade que caracteriza o mundo newtoniano).

A visão da Ciência da Complexidade seria uma das propostas de tratamento de tais problemas modernos: seriam propriedades fundamentais de redes de retroalimentação não-linear, em particular das redes adaptativas complexas, pela definição de Stacey (1996). Espera-se que auto-organização espontânea possa ocorrer, a fim de produzir resultados emergentes. Estes são, como visto, imprevisíveis, mas passíveis de ordem e padrões muitas vezes surpreendentes. É este o interesse pedagógico do tema, que traz associados à curiosidade e à descoberta.

Sistemas complexos caracterizam-se por mostrar comportamento global a partir de unidades dotadas de regras simples. Ou seja, agentes simples e instruídos de forma simples podem gerar sistemas maiores de comportamento caótico. O caos pode ser definido, do ponto de vista científico e de acordo com Stewart (1991), como o comportamento estocástico que ocorre num sistema determinístico. É uma visão oposta ao universo newtoniano (do relógio preciso e previsível), e das bases matemáticas e físicas supostamente previsíveis, de Laplace. Estocástico quer dizer *aleatório*, irregular, governado pelo acaso.

Estejamos atentos, de qualquer forma, ao alerta crítico de Behe (1997), que discute o relacionamento da complexidade e da auto-organização com a realidade biológica, uma das bases científicas da educação. O autor critica a falta de relação

que as simulações da vida artificial têm com a bioquímica, já que, segundo o autor, estas ficam apenas na dimensão do computador. Questiona também a relação que, por exemplo, uma concha criada por um computador tem com a fisiologia celular real.

Existe, portanto, a necessidade de se desenvolverem critérios e regras de decisão para se trabalhar com a complexidade, e de se buscarem meios pouco óbvios e indiretos de se atingir objetivos educativos.

### **O conceito de agentes e sua aplicação às práticas educativas**

Simulação baseada em agentes múltiplos, de acordo com Colella, Klopfer e Resnick (2001), não busca uma modelagem perfeita do mundo real, ou do sistema em estudo, mas de seu comportamento global gerado por iniciativas determinísticas de seus agentes. Trata-se de pensar a descentralização, e não reproduzir a realidade de forma perfeita. O objetivo é o de forçar o usuário da simulação a pensar como o sistema real, e não entender como pensa o sistema real.

Busca-se explorar *micromundos*, e não simular a realidade. Isto está de acordo com as críticas de Behe, vistas acima. Os *micromundos* são criados para se trabalhar conceitos e formas de pensar. Algo fundamentalmente epistemológico.

Stagg (s/d) faz uma esclarecedora discussão sobre simulações por agentes. De acordo com a autora, num modelo baseado em agentes um sistema é representado como uma coleção de entidades

autônomas e sob estreita interação, chamadas de agentes. O comportamento destes agentes é decorrente de regras internas estabelecidas para cada um. Estas regras podem variar desde estruturas de decisão padrão de programação, tipo *if-then*, até algoritmos de aprendizagem como redes neurais ou mesmo redes bayesianas. A simulação baseada na modelagem desses agentes é executada, então, num determinado número de iterações. Ao final da execução, sua dinâmica interna e *output* externo dão aos usuários uma boa ideia de como o sistema do mundo real se comportaria sob tais condições.

Essas simulações são poderosas ferramentas estratégicas para análises de cenário do tipo *what-if*. Enquanto os usuários das simulações alteram as regras dos agentes, o impacto da mudança pode ser facilmente observado. E mais, o computador pode gerar estratégias que o usuário poderia nunca levar em consideração nas suas análises. Ou seja, modelar o mundo real de forma muito interessante e só possível pela tecnologia e poder de processamento hoje disponíveis.

O emprego de modelagem de sistemas, e posterior simulação através de *software* adequado, gera um melhor entendimento e acessibilidade pelos aprendentes. A simbologia abstrata do cálculo é substituída pelo emprego de computadores, que hoje são de aceitação ampla por qualquer faixa de idade de interessados em seus recursos.

Como diz Hofstadter (1989), computadores fazem apenas o que as pessoas pedem que eles façam, mas ninguém sabe,

com antecedência, as consequências do processamento, que pode muitas vezes ter resultados imprevisíveis e surpreendentes (como no caso das simulações maciçamente paralelas por agentes múltiplos).

### **Aprendendo sobre o mundo com a modelagem e a simulação**

Existe um ditado em língua inglesa, citado por Resnick (1997), que pode ser traduzido como: “– *Dê a uma pessoa um martelo, e o mundo todo parecerá um prego*”. Parece dizer que a forma pela qual enxergamos o mundo é diretamente influenciada pelas ferramentas – e meios – de que dispomos, em determinado momento histórico. Se dermos apenas lápis e papel a um cientista, como suas ferramentas de trabalho, isto o levará a ver o mundo no formato de equações diferenciais. Conclusão direta desse fato é que se tivermos novas ferramentas e meios de trabalho, poderemos apreciar o mundo sob uma nova ótica (SOFFNER, 2007).

Noções arraigadas de poder central e de *mindset* (visões de mundo, modelos mentais) centralizado, características de todos nós, foram mostradas por Resnick (1997), e podemos inferir sua relação com a educação e o desenvolvimento do nosso senso comum. Somos criados para achar necessário um controle centralizador para tudo: governos, formações de pássaros, congestionamentos de veículos, e formigueiros. Interessa-nos, sobremaneira, discutir os efeitos epistemológicos de tal pensamento centralizado, bem como a visão alternativa de um *mindset* descen-

tralizado, já que tem tudo a ver com a proposta de emprego de tecnologia nos processos educativos aqui estudados. A própria educação prevê a existência de um ente centralizador, na figura do professor, que teoricamente “ensina”, enquanto os demais componentes do sistema (os alunos), dominados pelo agente detentor do controle, “aprendem”. Soffner (2005) apresentou uma alternativa a essa visão distorcida do processo de ensino e aprendizagem, com base num modelo de tecnologias de desenvolvimento de potencial humano.

A tecnologia pode modelar, e simular, e nos auxiliar na passagem de modelos mentais centralizados para visões descentralizadas do mundo, úteis na educação, com base em apreciações inovadoras providas pelo emprego de tais ferramentas e métodos. Para Soffner (2007), tal tarefa deverá “adotar alguns princípios centrais, característicos da modelagem descentralizada: encorajar a *construção de modelos* (e não apenas a manipulação dos modelos já existentes); repensar *o que* foi aprendido (e não apenas *como* é aprendido); estudar as possibilidades de *conexão pessoal entre assuntos* (e não apenas as abstrações matemáticas); e, finalmente, focar na *estimulação*, e não apenas na *simulação*”.

Tal iniciativa, a de permitir aos aprendentes uma nova forma de aquisição de conhecimento, através da construção de artefatos, foi citada por Papert (1980) como sendo de intensa influência em sua própria formação, quando componentes mecânicos e engrenagens moldaram seu interesse no entendimento de fenômenos

físicos e matemáticos. Em suas palavras,

I believe that working with differentials did more for my mathematical development than anything I was taught in elementary school. Gears, serving as models, carried many otherwise abstract ideas into my head. (PAPERT, 1980).

Para Papert, a tecnologia pode gerar inúmeras formas de representação, dada sua essência universal e poder de simulação. Tal modelo epistemológico acrescenta a ideia de que o aprendiz está inserido num contexto de engajamento consciente na construção de uma entidade pública (HAREL; PAPERT, 1991), desenvolvendo ferramentas que modelem sua natureza e a possa simular, obtendo-se entendimento sobre a tecnologia e prevendo comportamentos do sistema. Para Soffner (2007), tais ferramentas supõem que o aprendiz esteja no controle da máquina. Ele programa o computador e, dessa forma, embarca numa exploração sobre como ele próprio pensa, já que as rotinas, algoritmos e recursões são fruto de sua própria forma de enxergar e atacar os problemas a serem modelados. De acordo com Papert, esta experiência pode ser fantástica: *pensar sobre o pensar* faz do aprendiz um epistemólogo.

Essa atividade de modelar e pensar as visões de mundo, que podemos chamar de *micromundos*, exigirá que os modelos mentais centralizados dos aprendizes passem a descentralizados, gerando formas alternativas de conhecimento, do ponto de vista epistemológico. Simulação baseada em agentes múltiplos (cf. COLELLA; KLOPFER; RESNICK, 2001) po-

derá ser útil nessa etapa do processo, pois não busca uma modelagem perfeita do mundo real, ou do sistema em estudo, mas de seu comportamento global gerado por iniciativas determinísticas de seus agentes. Trata-se de pensar a descentralização, e não reproduzir a realidade de forma perfeita. O objetivo é o de forçar o usuário da simulação a pensar como o sistema real, e não entender como pensa o sistema real. O emprego de modelagem de sistemas e posterior simulação através de *software* adequado gera um melhor entendimento e acessibilidade pelos aprendizes.

### **Novas visões da Ciência**

Stephen Wolfram (2002) gerou ampla polêmica no dia em que declarou, ao lançar seu livro *A New Kind of Science*, ter descoberto uma nova forma de se fazer e entender a ciência que, segundo ele, iria revolucionar a nossa visão de mundo.

A partir de seu trabalho prévio com simulações e modelagens de agentes computacionais, Wolfram afirmou que a natureza utiliza regras muito simples e de formato matemático e computacional para criar suas entidades vivas, e mesmo fenômenos difíceis de se modelar pela visão determinística do mundo.

O interesse para este trabalho da nova proposta de Wolfram é a possibilidade de se utilizar computação e computadores na modelagem e explicação do surgimento de componentes naturais, como fractais, colônias de seres vivos, árvores e galáxias, em emprego puramente educacional. É possível para as crianças, por exemplo,

entender como estas unidades naturais são criadas, e que leis regem o seu aparecimento; desnecessário enfatizar a importância epistemológica dessa possibilidade de descoberta, nos moldes apregoados anteriormente por Papert e colaboradores.

Ao invés de aplicarmos nosso instrucionismo secular de passagem de informação para o aprendente sobre o assunto em estudo, deixamos a seu cargo descobrir como a própria natureza cria seus elementos. Isto tem relevância pedagógica, já que provoca um entendimento sem precedentes inserido num contexto de descoberta. Ao invés de mostrar uma árvore e suas características aos aprendentes, podemos deixar que eles próprios criem suas árvores. A relação do criador com a criatura é bem mais motivadora do que a simples assimilação de informação, tradição de nossa educação tradicional e secular.

## **Considerações finais**

Como tentativa de conclusão, o que devemos buscar hoje, em educação, é ensinar a pensar e a desenvolver a capacidade criativa. A mera transferência de informação, a partir do professor, está ultrapassada, embora ainda domine nos meios escolares formais. Como reconheceu Perrenoud (1999), o formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético-dedutivo, as faculdades de observação e pesquisa, portanto as competências que a educação moderna deveria prover, fincadas naquelas lógicas, epistemológicas e didáticas. As atividades pedagógicas modernas deveriam

se basear nos processos de exploração e descoberta, motivados pela curiosidade (ASSMANN, 1998), já que a competência de análise crítica do que se lê ou ouve, e mais, de inferência a partir do que se recebe, é fundamental para o indivíduo que se aventura a viver nestes dias difíceis e exigentes do século XXI.

Este trabalho tentou mostrar que as tecnologias da informática e da computação hoje disponíveis podem fornecer o contexto e as ferramentas para que conceitos complexos possam ser trabalhados pelos alunos, de forma a desenvolver as competências exigidas pela sociedade moderna, apresentando uma nova visão para educação formal. A modelagem e simulação de sistemas, dentro dos conceitos de complexidade, auto-organização e descentralização, oferecem aos aprendentes os instrumentos necessários para um novo entendimento dos fenômenos naturais, e mesmo sociais, levando a novas concepções de mundo de extremo valor para a prática educativa.

Podemos desenvolver modelos pedagógicos bastante avançados e inovadores através do emprego de padrões, relacionamentos, agentes, simulações, ideias, *insights*, conhecimento e inteligência. Ou seja, se considerarmos um grupo específico de competências de ampla aplicação em educação, estaremos criando reais condições de estabelecimento do modelo avançado de educação baseada nos conceitos da complexidade.

Em face do discutido neste trabalho, há que se repensar paradigmas pedagógicos, através da revisão da base histórica da tecnologia, e apresentar, como decorrência

de todos esses indicadores passados, uma nova visão da utilização da tecnologia na educação.

A tecnologia aplicada à educação deve ser a criação, gestão e regulação de situações de aprendizagem, e não apenas

aulas cada vez mais bem ilustradas, como erroneamente alguns interpretam. É uma pobre comparação entre o potencial de desenvolvimento de competências, oferecido pela tecnologia, e os recursos didáticos baseados em novas tecnologias eletrônicas.

## Referências

- ALMEIDA, Custódio Luís de. Ainda é tempo de estudar? *Revista de Educação AEC*, Brasília, v. 35, n. 141, p. 49-57, out/dez. 2006.
- ANTONIO, Severino. *Uma nova escuta poética da educação e do conhecimento: diálogos com Prigogine, Morin e outras vozes*. São Paulo: Paulus, 2009.
- ASSMANN, H. *Metáforas novas para reencantar a educação: epistemologia e didática*. Piracicaba, SP: Editora UNIMEP, 1998.
- BEHE, Michael J. *A caixa preta de Darwin: o desafio da bioquímica à teoria da evolução*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.
- COLELLA, V. S.; KLOPFER, E.; RESNICK, M. *Adventures in modeling – exploring complex, dynamic systems with StarLogo*. New York: Teacher's College Press, 2001.
- HAERTEL, Geneva D.; MEANS, Barbara (Orgs.). *Evaluating educational technology*. New York: Teachers College Press, 2003.
- HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (Eds.). *Constructionism*. Norwood: Ablex Publishing Co., 1991.
- HOFSTADTER, Douglas. *Gödel, Escher, Bach – an eternal golden braid*. New York: Vintage Books, 1989.
- LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 2005.
- LITWIN, Edith (Org.). *Tecnologia educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- PAPERT, S. *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. Brighton: Harvester Press, 1980.
- PERRENOUD, Philippe. *Novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- RESNICK, Mitchel. *Turtles, termites and traffic jams*. Cambridge: MIT Press, 1997.
- \_\_\_\_\_. Decentralized modeling and decentralized thinking. In: FEUERZEIG, W.; ROBERTS, N. (Eds.). *Modeling and simulation in science and mathematics education*. New York: Springer, 1999.
- SANCHO, Juana M. (Org.). *Para uma tecnologia educacional*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

- STACEY, R. D. *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler, 1996.
- SOFFNER, Renato Kraide. *As tecnologias da inteligência e a educação como desenvolvimento humano*. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Estratégia, conhecimento e competências: visão integrada do potencial humano*. Piracicaba, SP: Degáspari, 2007.
- STAGG, A. *Agent-based modeling*. Texto disponível em: <<http://www.biosgroup.com/research/abm/abm.html>>. Acesso em: jun. 2002.
- STEWART, I. *Será que Deus joga dados? A nova matemática do caos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.
- WOLFRAM, S. *A new kind of science*. Champaign: Wolfram Media, 2002.

Recebido em março de 2012

Aprovado para publicação em abril de 2012