

# A promessa de Papert: tecnologias digitais, inovação e práticas educativas

---

RENATO KRAIDE SOFFNER<sup>1</sup>

---

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo analisar o emprego das tecnologias digitais nos processos educativos a partir da proposta de Seymour Papert, pioneiro no uso de computadores na educação, que buscava a inovação em práticas educativas. Pelo método da pesquisa bibliográfica a partir de fontes primárias e secundárias relativas ao trabalho de Papert, busca-se verificar se sua proposta original foi, de fato, implementada ou se houve uma distorção de entendimento e de prática. Justifica-se o trabalho pelo interesse que o tema da tecnologia aplicada aos processos educacionais apresenta após décadas de teoria e prática. Os resultados da pesquisa permitem concluir que a promessa de Papert, para o emprego das tecnologias digitais em práticas educativas, perdeu-se, muitas vezes, na confusão entre meios e fins e na falta de clareza sobre o real papel epistemológico das tecnologias digitais, embora seja sua proposta dotada de fundamentos sólidos para que a inovação educativa seja realizada.

Palavras-chave: Tecnologias digitais. Educação. Inovação. Seymour Papert.

## Papert's promise: digital technologies, innovation and educational practices

### Abstract

This work aims to analyze the use of digital technologies in educational processes from the proposal of Seymour Papert, pioneer in the use of computers in education, who sought innovation in the educational practices. By the method of bibliographic research from primary and secondary sources related to Papert's work, it is intended to verify whether its original proposal was, in fact, implemented, or if there has been a distortion of understanding and practice. The work is justified by the interest that the theme of technology applied to educational processes presents, after

decades of theory and practice. The results of the research lead to the conclusion that Papert's promise for the use of digital technologies in educational practices has often been lost - often in the confusion between means and ends, and in the lack of clarity about the real epistemological role of digital technologies, although his proposal presents solid foundations for educational innovation to be realized.

Keywords: Digital technologies. Education. Innovation. Seymour Papert.

## **Promesa de Papert: tecnologías digitales, innovación y prácticas educativas**

### **Resumen**

Este trabajo tiene como objetivo analizar el uso de las tecnologías digitales en los procesos educativos a partir de la propuesta de Seymour Papert, pionero en el uso de computadoras en la educación, que buscaba la innovación en las prácticas educativas. Mediante el método de investigación bibliográfica de fuentes primarias y secundarias relacionadas con el trabajo de Papert, se busca verificar si su propuesta original fue, de hecho, implementada, o si hubo una distorsión de la comprensión y la práctica. La obra se justifica por el interés que presenta el tema de la tecnología aplicada a los procesos educativos, después de décadas de teoría y práctica. Los resultados de la investigación llevan a la conclusión de que la promesa de Papert para el uso de tecnologías digitales en las prácticas educativas se ha perdido - a menudo en la confusión entre medios y fines, y en la falta de claridad sobre el papel epistemológico real de las tecnologías digitales, aunque presenta su propuesta bases sólidas para la innovación educativa a realizar.

Palabras clave: Tecnologías digitales. Educación. Innovación. Seymour Papert.

### **Introdução**

É de interesse para o momento histórico contemporâneo discutir os supostos efeitos inovadores que as tecnologias digitais trazem aos processos educativos. Considerando que inovação pode ser tratada por diferentes focos de análise, devemos considerar, para os objetivos deste trabalho, seu papel de mudança no desempenho pedagógico e o impacto nos processos de ensino e aprendizagem.

Cabem uma análise do papel disruptivo do emprego de tecnologias digitais nas práticas educativas e uma discussão sobre ele, quando se buscam conhecimentos e práticas adequados às expectativas que as décadas de teoria e prática do assunto já ofereceram à comunidade educativa.

Discutiremos, aqui, a questão da inovação proposta pelo emprego de tecnologias digitais na educação a partir do trabalho de Seymour Papert (quadro conceitual do construcionismo), pioneiro na aplicação de computadores na educação, sob a hipótese de que muitas de suas ideias educativas e tecnológicas não se concretizaram, apesar do alto potencial epistemológico e cognitivo que mostravam na origem. E mais, falaremos sobre a hipótese de que tais ideias originais poderiam ser repensadas em busca de sua potencialização dentro da reflexão associada à inovação educativa a ser proporcionada pelas tecnologias digitais. Queremos, assim, recuperar as propostas originais de Papert e atualizá-las pelos contextos tecnológico e educacional contemporâneos.

Para a realização deste estudo<sup>2</sup>, assumimos como objetivo maior analisar o emprego das tecnologias digitais nos processos educativos a partir da proposta de Seymour Papert, considerando prioritária a dimensão de inovação em práticas educativas. Pelo método da pesquisa bibliográfica conduzida a partir de fontes primárias e secundárias do trabalho e das ideias de Papert, complementada pelo levantamento de autores de importância para o tema, avaliamos as hipóteses apresentadas no parágrafo anterior. Declaramos, assim, o seguinte problema regente da pesquisa: teria havido um entendimento efetivo e conseqüente aplicação – em níveis aceitáveis – do trabalho conceitual e prático de Seymour Papert, no que tange à aplicação inovadora de tecnologia na educação?

Justifica-se o trabalho pelo interesse que o tema da tecnologia aplicada aos processos educativos sempre apresentou, em especial no momento histórico contemporâneo de valorização das inovações educativas.

## Revisão de literatura e referências teóricas

*Fundamental progress cannot be achieved  
through incremental advances in existing technology.*  
John McCarthy

Apresentamos, a seguir, um levantamento exploratório sobre o tema, no formato de revisão bibliográfica e documental, que possa delimitar os fundamentos teóricos e históricos do problema aqui proposto. A revisão tem por finalidade constituir um suporte teórico e conceitual às discussões maiores no tema adotado.

Historicamente, o emprego de tecnologias digitais em processos pedagógicos tem sido alvo de debates acirrados entre apoiadores e críticos<sup>3</sup>, desde a introdução dos computadores digitais nas escolas, no formato de laboratórios de informática, até a situação que nos é apresentada hoje, em que cada aluno carrega um dispositivo móvel de ampla capacidade de processamento e de armazenamento. Deveríamos analisar tal processo do ponto de vista da real influência transformadora nas práticas educativas e nos resultados pedagógicos. Esse assunto tem mostrado, entretanto, uma carência de posicionamentos realmente críticos, científicos e pedagógicos, por apresentar alto grau de bom senso pragmático (BECKER, 1992), quando afirmações conclusivas dos envolvidos no processo parecem ser emitidas sem o devido suporte teórico e científico. A própria expressão “tecnologia educacional” tem diferentes conotações na evolução histórica da educação (CHAVES, 1999)<sup>4</sup> e precisa ser repensada em um momento em que amplos desenvolvimentos tecnológicos podem, de alguma forma, gerar a necessidade de novas pesquisas no tema. A presença de tecnologia na escola, na sala de aula e na vida fora da escola das pessoas já é tão ubíqua, que se assemelha à disponibilidade total de informação, quiçá conhecimento. Tal constatação dificulta, porém, o estabelecimento de um viés conclusivo para o emprego de tecnologia na educação. Não é possível afirmar, de forma rasa, que a mera introdução de tecnologia digital nos processos de ensino e aprendizagem já seria garantia de alguma melhoria e eficácia pedagógica – como a análise e a crítica deste trabalho contemplarão.

A questão da inserção de tecnologia acompanha a própria história recente da educação (COLLINS; HALVERSON, 2009). O que se busca é, de fato, a mediação entre as estruturas cognitivas dos sujeitos aprendentes e o processo de aprendizagem pela tecnologia (neste caso, digital). Trata-se de empregar conhecimentos psicopedagógicos, didáticos e matéticos<sup>5</sup> para a melhoria da própria aprendizagem, bem como de empregar técnicas ou ferramentas de suporte tecnológico em tais atividades pedagógicas, ou seja, todas as variáveis analisadas no decorrer deste trabalho.

Em resumo, precisamos determinar a teoria e a prática da facilitação do ensino e da aprendizagem e a conseqüente melhoria do desempenho pedagógico, pela criação, utilização e gestão de processos inovadores por meio de recursos tecnológicos. Se a tecnologia aumenta o acesso à informação pelos alunos, o que realmente garante que eles a utilizarão na efetiva construção de conhecimentos pela reflexão ativa sobre os conteúdos trabalhados pelos

professores? Não basta que a tecnologia seja mero auxílio no processo de ensino (e, portanto, ferramenta didática); há que ser suporte à aprendizagem.

## **Bases filosóficas da tecnologia**

As bases filosóficas da tecnologia servem de alicerce conceitual e teórico para o debate de sua aplicação em educação. Ellul (1964) apresenta uma proposta de filosofia social da tecnologia, denunciando uma suposta erosão moral causada pelo tecnicismo desenfreado – embora não tenha, em sua voz, nenhuma carga ludita nem de apocalipse. O autor define a técnica como algo mais que a tecnologia em forma de máquina – que é a ideia vigente atualmente. A técnica seria, então, qualquer complexo de meios padronizados para se atingir determinado resultado. Dado o peso que nossa civilização coloca nos meios, em detrimento dos fins, é natural que se confundam esses princípios quando se fala de tecnologia. A técnica transforma fins em meios, supostamente, mas também deveria transformar meios em fins (pelo que chamamos de *know-how*). Essa discussão nos será de utilidade mais adiante no trabalho.

Para Ihde (1979), o emprego de tecnologia não é neutro, mas transforma a experiência. A tecnologia é mediadora de nossa experiência com a natureza, na relação da técnica com o que o autor chama de práxis.

Já a reflexão filosófica de Ferré (1995) sobre a tecnologia considera as dimensões da epistemologia (o papel da tecnologia na criação e no uso do conhecimento), da axiologia (dimensões ética e estética) e da metafísica (o nível da informação). Segundo o autor, a definição clássica de tecnologia diz respeito ao estudo das artes práticas – ou a ciência das artes industriais – e aos produtos gerados pelas artes e indústrias (instrumentos, ferramentas, máquinas e técnicas). Ele alerta também para a definição que se faz da tecnologia “metodologia”, ou “técnica”.

## **Bases históricas do emprego de tecnologia em educação**

Saettler (2004) apresentou uma ampla revisão histórica da evolução da tecnologia educacional nos Estados Unidos. Afirmou que a tecnologia educacional é, do ponto de vista histórico, processo, e não produto. Assim, não importa o grau de sofisticação da mídia educativa – sempre haverá diferença entre o processo de desenvolvimento dela e o uso particular em educação.

A tecnologia educacional surgiu como processo quando um corpo de conhecimento começou a ser sistematicamente aplicado ao ensino. É a forma que uma sociedade encontra para pensar, agir, falar ou sentir. Tecnologia é tudo que pode dar suporte a tais atividades, por esse motivo a invenção da imprensa teve impacto tão marcante para a humanidade. Historicamente, as tecnologias educacionais disponíveis sempre estiveram associadas às técnicas de apresentação de dado assunto. Os primeiros catecismos impressos são prova disso. Comênio viu no livro impresso a possibilidade de organizar o conteúdo em uma sequência ótima de trabalho, permitindo trabalhar com centenas de alunos ao mesmo tempo (SAETTLER, 2004).

O que chamamos de tecnologia educacional é produto histórico de tentativa e erro, pouco planejada, e de longa prática e esforço de inventividade humana. E não é de se estranhar que a influência empírica tenha se refletido em uma tecnologia de instrução enfocada no ensino, e não na aprendizagem. Imaginou-se que a aprendizagem pelos sentidos e pela realidade era mais eficaz do que aprender pelas palavras e regras de um livro.

## Bases epistemológicas do emprego de tecnologia em educação

A epistemologia como discurso do conhecimento pode ser considerada uma reflexão disciplinar das ciências (seus princípios, hipóteses, resultados, valores) e também como teoria do conhecimento, ou seja, reflexão acerca da origem, construção e natureza do conhecimento em geral, e não apenas de disciplinas específicas. Epistemólogos desejam definir o que é o conhecer e como se aprende algo, no confronto entre um sujeito e a realidade que o cerca – a razão e a experiência sensível (HESSEN, 2000).

A educação tem relação com a epistemologia por se interessar, sobremaneira, pelo ato de conhecer. E, se a epistemologia tem como objeto de reflexão a natureza do conhecimento, certamente pode ter aplicação em educação. Um binômio natural e compreensível.

Aebli (1982) e Becker (1993) alertam, em seus respectivos trabalhos epistemológicos: o educador que não compreende as bases filosóficas de sua prática não entende, de fato, a própria profissão docente; apenas segue regras fixas e processos clássicos como operário diante de uma máquina cujo funcionamento não compreende (AEBLI, 1982). Não pode haver contradição entre teoria e prática. “Uma prática não esclarecida pela reflexão degenera facilmente numa atividade de acordo com receitas” (AEBLI, 1982, p. XXI). Também

a teoria precisa de confirmação na realidade concreta para não se perder em “abstrações estéreis e verbalismos” – o “jogo intelectual engenhoso”, citado por Aebli –, mas que em nada contribui para o conhecimento intelectual e material da realidade, uma interação sujeito-objeto, proposta por Piaget (1973, 1979). “A compreensão da natureza dos processos da aprendizagem permitirá ao professor adaptar sua ação e, portanto, suas aulas, às realidades psicológicas” (AEBLI, 1982, p. XXI). Assim, a teoria reforçará sua própria ação.

Trabalhar de forma epistemológica os processos educativos é ter a consciência de que eles não acontecem de forma única e preestabelecida: o educador/professor é quem deve refletir e decidir sobre essas questões em sua prática docente. E, quando reflete, traz a teoria para questionar a prática (BECKER, 2003, 2012). E esta, por sua vez, poderá ser melhorada em termos de objetivos e fins, até alterando a própria teoria. Eis aqui a desafiadora práxis educativa, que pode ser considerada de diversos pontos de vista: filosófico, pedagógico, sociológico, ideológico, político. Os riscos de uma visão empirista da tecnologia afetam, sobremaneira, o que planejamos para o processo educativo. Ela não pode ser, apenas, suporte didático sem uma real amplificação da ação docente e da capacidade de aprendizagem discente. Quadros-negros ou brancos, mapas, livros, apostilas impressas, vídeos, fotos, rádio e TV ainda são tecnologias de aplicação educacional, mas que sempre serviram de bases para um modelo de instrução de bases empiristas, conteudistas.

Assim, a tecnologia não deve ser apenas um conjunto de ferramentas, máquinas e equipamentos, mas um modo sistemático de conceber, realizar e avaliar a totalidade de um processo de aprendizagem.

## **A proposta original de Seymour Papert: o quadro conceitual do construcionismo no emprego das tecnologias digitais na educação**

*You can't think seriously about thinking without thinking  
about thinking about something.*

Seymour Papert

O matemático sul-africano Seymour Papert interessou-se pelo emprego de computadores na educação quando conheceu as possibilidades de associar tais máquinas aos processos de ensino e aprendizagem

de crianças. Tendo trabalhado com Jean Piaget na Suíça, onde auxiliou o epistemólogo a desvendar a gênese do pensamento matemático, acabou por transferir-se para o Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos, e juntou-se ao pioneiro grupo da incipiente área da inteligência artificial para desenvolver com Marvin Minsky e colaboradores os mecanismos dos perceptrons e das redes neurais artificiais. Na sequência de seu trabalho, no MIT, foi convidado por Nicholas Negroponte a fazer parte da equipe do inovador Media Lab (BRAND, 1987), onde fundou o grupo de epistemologia e aprendizagem.

Papert entendeu que o papel da tecnologia digital na educação não poderia ser apenas de implementar versões digitais das máquinas de ensinar de Skinner (1972, 2006). Imaginou o trabalho pedagógico com computadores como algo mais próximo da bricolagem do que da própria programação digital.

Chamou seu modelo conceitual de construcionismo, em uma notória alusão ao construtivismo de Jean Piaget, mas diferenciou as duas propostas epistemológicas ao considerar as abstrações do tipo empírica, pseudoempírica e reflexiva, mais o ideal do *hands-on learning* (aprendizagem ativa e concreta), que se associam à motivação e ao interesse pelo que se faz quando se aprende (o envolvimento afetivo, portanto). Há também a depuração pelo erro construtivo advindo da ação.

A epistemologia de Papert se concentra na redefinição da própria educação, do trabalho e da diversão, aplicados ao debate de como a criança aprende. De acordo com ele, sua teoria é baseada na concepção de Piaget do pensamento da criança. Ele se opõe, portanto, a uma visão comportamentalista do uso de tecnologia nos processos educativos, propondo experimentos mais radicais na criação de ambientes de aprendizagem (PAPERT, 1973, 1985).

O trabalho de campo e de laboratório se torna comum, sendo o aluno também professor, quando ordena comandos à tartaruga representativa de LOGO, linguagem de programação concebida em 1967 na Bolt Beranek and Newman Company, de Cambridge, Massachusetts, nos Estados Unidos, e implementada no Artificial Intelligence Laboratory, do MIT. A linguagem de programação LOGO foi desenvolvida para que crianças aprendessem a programar um computador e a desenvolver as competências matemáticas, lógicas e de solução de problemas, em um modelo individualizado em que cada aluno poderia criar programas de forma única. Esse desenvolvimento de programas é altamente motivador para o aluno



por ser uma atividade de progresso contínuo. Os erros são considerados motivos para o enfrentamento do problema, e não de desânimo. A sensação de descoberta é permanente, dada a exploração de causa e efeito que ocorre na programação de computadores, e o aluno parece assumir uma teoria científica a ser explorada pelo estabelecimento de hipóteses e busca pela sua verificação. LOGO deveria ser atividade de diversão, se possível.

LOGO considera o uso dos computadores na educação com a função de lápis e como típicas ferramentas de criação. Em um mundo abstrato, chamado Mathland, as crianças realizam suas descobertas em matemática e geometria de forma construtivista, do ponto de vista epistemológico. Para Papert, as crianças se tornam epistemólogos em tal ambiente, já que pensarão e refletirão sobre o próprio conhecimento, o que caracteriza uma experiência única que a maioria dos adultos jamais terá<sup>6</sup>. Considera que a maneira natural de se aprender uma linguagem matemática é por meio da conversação da criança com a máquina (como, aliás, as crianças fazem quando aprendem idiomas de forma natural). O gosto pela descoberta talvez deva ser o motor principal da aprendizagem, qualquer que seja sua aplicação.

A tarefa essencial da tecnologia aplicada à educação é, portanto, dar o foco em como os aprendentes usam seu conhecimento e suas construções para entender o que lhes foi ensinado, a partir de estruturas prévias já possuídas. Supõe-se que ele é participante ativo do processo de ensino e aprendizagem. Tradicionalmente, os produtos da aprendizagem (o que o aprendente deveria saber ou saber fazer como resultado do processo) não consideram fortemente o desenvolvimento de técnicas ou estratégias que ele pode utilizar para o ato de aprender. Os resultados da aprendizagem dependerão, dessa forma, de como a informação é apresentada e de como o aprendente processa tal informação.

Alguns autores reafirmam o ponto de vista de Papert para o papel educativo das tecnologias digitais, como Valente (1993, 1999). Assim, se nos perguntarmos o porquê de utilizarmos computadores na educação, a resposta mais provável tem relação com a exploração das características dos computadores que contribuem para o processo de conceituação ou construção do conhecimento. Para Kenski (2007), o raciocínio humano, em termos de conhecimento, pode levar à inovação de produtos, processos, ferramentas, instrumentos e técnicas, alterando as relações de poder e de comportamento social. O que chamamos de tecnologia, hoje, tem conotação de tecnologias digitais e eletrônicas (as novas tecnologias da infor-

mação e comunicação), embora não possam ser limitadas a essa possibilidade instrumental. Os processos educativos utilizam diversas tecnologias, mesmo que não o percebamos mais por causa do uso histórico delas (giz, lousa, caneta, lápis, televisão, rádio). As tecnologias enriquecem as aulas, promovendo motivação adicional nos alunos e a mediação entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e os conteúdos empregados. Mas se elas forem apenas recursos didáticos, não podem revolucionar o processo. Computadores, em geral, apenas encobrem práticas educativas tradicionais, sem trazer maiores contribuições de ganhos reais. O que faz a diferença, de fato, é o emprego pedagógico deles, algo que poucos professores entendem ou são levados a entender. Os fatores tradicionais de aprendizagem continuam válidos, não há nada de novo debaixo do sol.

E, de acordo com Kenski (2013), apenas o acesso à informação não basta às propostas do emprego de tecnologia na educação, por se tratar de “banalização dos conteúdos”. É necessário um novo profissional docente, que conheça inter-relações pedagógica, psicológica, política e tecnológica nos processos de ensino e aprendizagem e que planeje ações educativas. Há um novo tempo docente, com acesso à tecnologia, mas sem preparo ou formação para isso. O simples uso de tecnologia não garante inovação no processo pedagógico, como já dito muitas vezes nos parágrafos anteriores.

## **Desvios de entendimento e de prática: uma análise das falhas da inovação tecnológica na educação**

*Perfection of means and confusion of ends seem to characterize our age.*  
Albert Einstein

Apesar da seriedade teórica e solidez pedagógica da proposta de Papert, muita crítica ocorreu no processo avaliativo de seu trabalho. Cabe, agora, uma revisão de tais críticas, no sentido de considerarmos o problema de pesquisa deste trabalho.

Nestas décadas de seu emprego educativo, muitos educadores e pesquisadores de educação consideraram as novas tecnologias de informação e comunicação como sinônimos de tecnologia de direta aplicação educacional. Podemos argumentar, no entanto, que tais tecnologias são meios eletrônicos que podem ou não ser utilizados com propósitos pedagógicos, enquan-

to a verdadeira tecnologia educacional deveria se preocupar com o projeto instrucional e a consequente aprendizagem (SAETTLER, 2004). E mais, a tecnologia não faz diretamente a mediação do processo de aprendizagem, mas produz processos cognitivos que podem, então, mediar a construção de novos conhecimentos. Os meios podem ser, portanto, veículos para a instrução, e não variáveis que, diretamente, influenciam a aprendizagem.

Assim, a função da tecnologia educacional envolve o desenvolvimento de projetos instrucionais que gerem os processos cognitivos necessários a tarefas específicas de aprendizagem.

A filosofia do aprender pelo fazer, defendida nos casos experimentais de ensino de programação para crianças (como já visto), está associada a um processo lento de aprendizagem. A proposta da metodologia LOGO de Papert dá especial ênfase à necessidade de um engajamento de atividade mental no processo cognitivo, mas isso pode ser visão distorcida da forma como as crianças aprendem. O desenvolvimento intelectual pode, na verdade, não ocorrer como a metodologia LOGO sugere, ou seja, na interação de uma criança com ambientes em que se encontra, criados por outros sujeitos. O foco na aprendizagem não supervisionada que LOGO sugere, dando liberdade às crianças para aprender a programar (por descoberta), pode fazer com que elas “reinventem a roda” antes que possam, realmente, empregar as ferramentas algorítmicas providas pela plataforma, na função de criatividade e de aprendizagem mediadas pela tecnologia – aqui o real objetivo de LOGO –, mesmo se considerarmos o fator afetivo que une crianças a computadores e sempre defendido pelo construcionismo, como visto.

Salomon, Perkins e Globerson (1991) e Salomon e Perkins (1996) questionam se máquinas podem, de fato, fazer as pessoas mais inteligentes, ou seja, qual a relação entre o desempenho intelectual e as tecnologias digitais de aplicação educativa? O autor diferencia o efeito com tecnologia (mero uso operacional de tecnologia) do efeito da tecnologia (transferência de competências e de estratégias de aprendizagem). Sua preocupação é baseada na questão do letramento e da mera alfabetização em tecnologia: usamos tecnologia para simplesmente aumentar nossa produtividade pessoal ou para mudar nossas vidas? A tecnologia é apresentada, então, como “parceria intelectual” junto ao aprendente, pois permite que ele atue em um nível que transcende a limitação de seu sistema cognitivo, e também trabalha para nós, enquanto trabalhamos com elas (uma autêntica constituição de ferramentas cognitivas).

O próprio Papert (1980) já trabalhava com tais possibilidades quando propôs que as tecnologias digitais fossem utilizadas para descoberta, exploração, teste de hipóteses, experimentação, modelagem, solução de problemas, tomadas de decisão e apoio a estratégias de pensamento, e não apenas para a produtividade das rotinas das pessoas. O autor sugeriu que um emprego operacional das tecnologias digitais na educação nos permite vestir “roupa nova em coisa velha”. Dessa forma, as possibilidades de uso da tecnologia com preocupações pedagógicas e epistemológicas seriam por causa, basicamente, dos 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.

Ao mesmo tempo que houve o oferecimento de tantas possibilidades de emprego educativo das tecnologias digitais, houve também falta de investimento em equipamento e em recursos humanos capacitados para seu uso, sem falar da resistência que muitos professores ofereceram ao processo, por receio de substituição ou por uma expectativa de excesso de trabalho decorrente da inserção da tecnologia em processos cotidianos sempre controlados por eles. Larry Cuban tem sido voz histórica, e essencialmente crítica, sobre o emprego de tecnologia na educação (CUBAN, 1986). Em seu trabalho mais reconhecido (CUBAN, 2001), ele tenta explicar a falha consistente das inovações tecnológicas digitais em educação. Alega que professores utilizarão novas ferramentas de ensino enquanto a classe e a cultura ocupacional acharem aceitáveis. Assim, assistir a um filme ocasional ou a lições em meio digital será aceitável desde que não seja oferecido em excesso, além do papel da novidade pela novidade, da suposta inovação que deve ser empregada apenas pelo fato de que todos a declaram de interesse pedagógico, mesmo sem provas científicas do fato.

A análise das explicações para o fracasso das inovações tecnológicas digitais na educação, de acordo com Cuban (2001), pode ter origem na afirmação de que as sociedades têm a escola que querem ou que merecem. O próprio papel dos professores em sua atividade escolar mostra um misto de desejo de mudança, mas também de receio de sair da situação que já conhecem e onde sabem se adaptar. Fica assim muito difícil mudar algo simplesmente pela apresentação de argumentos técnicos ou científicos. Às vezes, o caminho mais fácil pode ser o escolhido, tanto para alunos como para professores, mesmo que seja o menos indicado do ponto de vista da inovação tecnológica em educação.

Shank (1982) defende a ideia de que o emprego de tecnologias digitais em educação deveria se preocupar com o processo da metacognição, ou seja, o autoconhecimento das atividades cognitivas pelo sujeito aprendiz e de seus resultados. O aprendiz tem a capacidade de reflexão sobre sua aprendizagem e é capaz de monitorar e influenciar o processo – Papert já alertava para esse fato, como visto, quando comparava os aprendizes a epistemólogos. A tecnologia pode então colaborar para o bom desempenho das atividades pedagógicas, sendo um multiplicador de boas ideias, mas não produtora delas.

Selwyn (2011) questiona o papel de simples meio das tecnologias digitais aplicadas à educação, algo confirmado por Kritte e Winegar (2010), que asseguram tratar-se realmente de meio: as máquinas de escrever, o rádio, a TV e os computadores. Assim, há a necessidade de se estudar melhor os aspectos cognitivos da educação por meios tecnológicos. Existe sempre a visão otimista de inauguração de uma nova era para a educação, seguida de um período de estagnação de “revolução”. Como sempre, o entendimento do processamento cognitivo advindo da tecnologia educacional fica prejudicado por causa de necessidades imediatistas de justificação de investimentos em equipamento e recursos humanos. Também as dimensões de sentimentos, motivação, arte e valores são importantes (SELWYN, 2011) quando se tenta entender o processo de aprendizagem humana. No entanto, ainda não está claro como esse viés contemporâneo será tratado, pois demanda pesquisa de base multi e interdisciplinar.

De acordo com Warschauer (2004), a simples mudança em termos de currículo, ou de investimento em tecnologia, ou de verbas alocadas, ou de aumento no número de dias letivos, ou de capacitação ineficaz de professores e do corpo administrativo, pouco contribui para uma real quebra paradigmática em termos de desempenho escolar efetivo. Atacam-se, muitas vezes, as consequências, e não as causas. Mas a sociedade, financiadora do projeto educacional da nação, sente decepção pelo resultado que as escolas oferecem ao final de todo o processo de formação – uma diferença abismal entre o que seria necessário, de fato, para um cidadão moderno e o que se observa como entrega do esforço educativo.

Do ponto de vista do real impacto do emprego de tecnologias digitais na educação, algo que enriquece a discussão deste trabalho, por tratarmos aqui de inovação educativa, Haertel e Means (2003) mostraram as dificuldades em se padronizar procedimentos de avaliação do emprego

inovador de tecnologia na educação. Assim, apenas a grande disponibilidade de acesso à tecnologia não traz, de forma direta, a melhoria nos processos pedagógicos (MEANS; HAERTEL, 2004). Os fatores problemáticos em relação ao emprego de tecnologia na educação, do ponto de vista da avaliação de seu desempenho e eficácia, seriam:

- a grande diversidade de propósitos das tecnologias e a complexidade de integração nos processos de ensino e aprendizagem;
- a necessidade de novas ferramentas de avaliação para tratar do profundo entendimento e habilidades complexas que a tecnologia tenta desenvolver;
- a dificuldade para se confirmar relações causais de eficiência da tecnologia nos processos educativos;
- a consideração de que tecnologia não é causa direta de mudança, mas facilitadora ou amplificadora de práticas educativas tradicionais, ou seja, não é uma variável independente;
- a dificuldade em se separar a parcela experimental daquela de controle, em estudos experimentais;
- a presença de muitas variáveis simultâneas a se estudar;
- a necessidade de medição longitudinal (linha do tempo) da adição de valor proporcionada pela tecnologia ao processo educativo;
- a necessidade de que o mesmo conteúdo de avaliação seja aplicado ao mesmo nível escolar, considerados a intensidade de tecnologia e o estilo pedagógico do professor.

A análise e a avaliação do impacto das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem devem considerar seu papel de mediação das relações entre alunos, professores e conteúdo. Seu potencial de inovação e de melhoria dos processos educativos está, justamente, na capacidade de promover novas formas de ensino e aprendizagem, para que se possam oferecer processos pedagógicos antes impossíveis sem as possibilidades por elas oferecidas, para o trabalho conjunto de professores e de alunos (SOFFNER, 2013).

## Conclusões e recomendações

Tendo analisado o emprego das tecnologias digitais nos processos educativos a partir da proposta de Seymour Papert e questionado o real

entendimento e aplicação de suas ideias, concluímos que houve, de fato, distorções nesses critérios. O modelo teórico e a prática associada do projeto de Papert terminaram, muitas vezes, em mero instrumentalismo praticado nas escolas, de forma geral.

Mas a confusão entre meios e fins parece ser a causa maior do fracasso. Como alertado por Cuban (2001), e este é um ponto fundamental para as conclusões aqui apresentadas, quando o foco em ferramentas é maior que aquele dado às bases conceituais e teóricas que as suportam, surge a tradicional dialética entre meios e fins.

Os próprios descendentes acadêmicos de Papert parecem cometer tal engano quando privilegiam ferramentas computacionais e robóticas para uso aplicado, em vez de se preocuparem com os efeitos epistemológicos que tais recursos possam oferecer – um dos princípios do construcionismo<sup>7</sup>.

A promessa de Papert para o emprego das tecnologias digitais em processos de desenvolvimento cognitivo e de aprendizagem se perdeu, muitas vezes, na confusão entre meios e fins, característica de nossa sociedade tecnológica. O papel epistemológico das tecnologias digitais nem sempre foi bem compreendido nestas últimas décadas de seu emprego educacional.

A educação que deve ensinar a pensar e a criar, e não meramente transferir informação, seja pelo professor ou por meio de tecnologias digitais, continua questionada. Como Perrenoud (1999) já defendia, a formação para as novas tecnologias é trabalhar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético-dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, em bases lógicas, epistemológicas e didáticas. As atividades pedagógicas contemporâneas deveriam se basear nos processos de exploração e de descoberta, motivados pela curiosidade, já que a competência de análise crítica do que se lê ou se ouve, e mais, de inferência a partir do que se recebe, é fundamental para o indivíduo que vive nos dias exigentes do século XXI.

Mas apresentaremos agora algumas recomendações que podem recuperar, minimamente, a proposta original do construcionismo de Papert, em um nono momento histórico que privilegia, ainda mais, a inovação em educação. Uma das fronteiras atuais da tecnologia educacional pode estar na modelagem e simulação de sistemas naturais regidos pela complexidade, auto-organização e emergência. O encontro da Biologia, da Física, da Matemática e da Computação é local único de criação, invenção e descoberta. As representações algorítmicas da natureza, por meio da recursividade, e os

comportamentos emergentes e imprevisíveis que tais sistemas podem gerar são a garantia do potencial de desenvolvimento e de aplicação que teremos na área de tecnologia educacional nos próximos anos (RESNICK, 1997).

Também a possibilidade de simulações baseadas em agentes múltiplos, de acordo com Colella, Klopfer e Resnick (2001), suportadas por tecnologias digitais, podem auxiliar o aprendiz no pensar a descentralização, e não apenas reproduzir a realidade de forma perfeita. Busca-se, aqui, explorar micromundos – aqueles criados para se trabalhar conceitos e formas de pensar, algo fundamentalmente epistemológico e dentro das ideias originais de Papert.

Soffner (2007) propôs um emprego de tecnologia na educação que pudesse trabalhar a questão de forma estratégica, criativa e crítica – pelo suporte a um raciocínio indutivo e dedutivo, pelo uso inferencial da informação, pela geração e teste de hipóteses, pelo incentivo ao emprego de técnicas de solução de problemas, pela inventividade e criatividade, pelas estratégias de tomada de decisão, e, em suma, pela metacognição –, o pensar sobre o pensar na construção e aplicação de conhecimento.

A tecnologia pode modelar, 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. Tal iniciativa, a de permitir aos aprendizes uma nova forma de aquisição de conhecimento, por meio 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. Também o próprio Papert afirmou que 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 em um contexto de engajamento consciente na construção de uma entidade pública (HAREL; PAPERT, 1991), desenvolvendo ferramentas que modelem sua natureza e a possam simular, obtendo-se entendimento sobre ela e prevendo comportamentos do sistema. Em vez de aplicarmos nosso instrucionismo secular de passagem de informação para o aprendiz sobre o assunto em estudo, deixamos a seu cargo descobrir como a própria natureza cria seus elementos. Isso tem relevância pedagógica, já que provoca um entendimento sem precedentes inserido em um contexto de descoberta.



## Notas

- 1 Doutor em Educação. Professor do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL). E-mail: rksoffner@uol.com.br.
- 2 Observam-se, aqui, os procedimentos éticos recomendados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição de origem do pesquisador, de acordo com as normas específicas da área de Educação da CAPES. Também foi considerado o documento do CNPq, de 17 de outubro de 2011, intitulado Diretrizes Éticas para a Pesquisa, que delimita as práticas que não são consideradas aceitáveis pelo ponto de vista do CNPq: fabricação ou invenção de dados, falsificação ou manipulação fraudulenta de resultados, plágio de autoria e autoplágio.
- 3 Para um debate entre defensores e críticos do emprego de tecnologia na educação, vide: Chaves e Setzer (1988), Setzer (2001), Chaves (1998) e Postman (1994).
- 4 Uma expressão que melhor descrevesse o emprego de tecnologia nos processos de educação foi proposta por Chaves (1999). Ali o autor faz a crítica de termos como “tecnologia educacional”, “tecnologia da educação”, “tecnologia na educação” e “educação a distância”. Conclui que a melhor referência ao assunto seria “aprendizagem mediada por tecnologia”, que respeita o papel epistemológico do ensinante e do aprendente, em dado meio, e com o emprego de determinado conteúdo.
- 5 O termo “matética” é aqui empregado como definido por Seymour Papert (1994): a “arte de aprender”, em oposição, ou complemento, à didática, como “arte de ensinar”.
- 6 Nas palavras de Papert (1980, p. 19, tradução nossa): “E assim a criança embarca numa exploração sobre como elas próprias pensam. Esta experiência pode ser fantástica: pensar sobre o pensar faz da criança um epistemólogo, algo nunca realizado pela maioria dos adultos”.
- 7 Citam-se aqui a experiência malsucedida do projeto One Laptop per Child (OLPC, 2020), capitaneada por Nicholas Negroponte (que foi o responsável pela ida de Papert ao MIT Media Lab), e também o descendente principal de LOGO – o *software* Scratch, que continua ensinando programação de computadores para a realização de tarefas banais, quando deveria desenvolver o raciocínio lógico de seus usuários (algo já perdido com o próprio LOGO, como visto).

## Referências

- AEBLI, Hans. **Prática de ensino**. São Paulo: EPU, 1982.
- BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor**. Porto Alegre: Artmed, 1992.
- BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

BECKER, Fernando. **A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

BRAND, Stewart. **The Media Lab**. New York: Viking, 1987.

CHAVES, Eduardo Oscar de Campos. **Tecnologia e educação: o futuro da escola na sociedade da informação**. Campinas: Mindware, 1998.

CHAVES, Eduardo Oscar de Campos. Tecnologia na educação, ensino a distância, e aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista de Educação**, PUC-Campinas, v. 3, n. 7, p. 29-43, nov. 1999. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/reveducacao/article/download/421/401>. Acesso em: 8 out. 2021.

CHAVES, Eduardo Oscar de Campos; SETZER, Valdemar. **O uso de computadores na educação: fundamentos e críticas**. São Paulo: Scipione, 1988. (Coleção Informática e Educação).

COLELLA, Vanessa; KLOPFER, Eric; RESNICK, Mitchel. **Adventures in modeling** – exploring complex, dynamic systems with StarLogo. New York: Teacher's College Press, 2001.

COLLINS, Allan; HALVERSON, Richard. **Rethinking education in the age of technology: the digital revolution and schooling in America**. New York: Teachers College Press, 2009.

CUBAN, Larry. **Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920**. New York: Teachers College, Columbia University, 1986.

CUBAN, Larry. **Oversold and underused: computers in the classroom**. Cambridge: Harvard University Press, 2001.

ELLUL, Jacques. **The technological society**. New York: Vintage Books, 1964.

FERRÉ, Frederick. **Philosophy of technology**. Athens: University of Georgia Press, 1995.

HAERTEL, Geneva D.; MEANS, Barbara (org.). **Evaluating educational technology: effective research designs for improving learning**. New York: Teachers College Press, 2003.

HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (ed.). **Constructionism**. Norwood: Ablex Publishing Co., 1991.

HESSON, Johannes. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

IHDE, Don. **Technics and praxis**. Boston: D. Reidel, 1979.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papyrus, 2007.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e tempo docente**. Campinas: Papyrus, 2013. *E-book*.

KRITT, Daniel W.; WINEGAR, Lucien T. (ed.). **Education and technology: critical perspectives, possible futures**. Lanham: Lexington Books, 2010.

MEANS, Barbara; HAERTEL, Geneva D. (org.). **Using technology evaluation to enhance student learning**. New York: Teachers College Press, 2004.

OLPC – One Laptop Per Child. ©2021. Disponível em: <https://www.onelaptopperchild.org/>. Acesso em: 7 out. 2021.

PAPERT, Seymour. **Uses of technology to enhance education**. Cambridge: MIT, 1973. (Artificial Intelligence Memo n° 298).

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers and powerful ideas**. Brighton: Harvester Press, 1980.

PAPERT, Seymour. Computer criticism vs. technocentric thinking. **LOGO 85 Theoretical Papers**, Cambridge, MIT, p 53-67, 1985.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PERRENOUD, Philippe. **Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1973.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1979.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. Tradução de Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel, 1994.

RESNICK, Mitchel. **Turtles, termites and traffic jams**: explorations in massively parallel microworlds. Cambridge: MIT Press, 1997.

SAETTLER, Paul. **The Evolution of American Educational Technology**. Greenwich: Information Age Publishing Inc., 2004.

SALOMON, Gavriel; PERKINS, David N. Learning in wonderland: What computers really offer education. *In*: KERR, Stephen Thomson (ed.). **Technology and the future of education**. Chicago: University of Chicago Press, 1996. p. 111-130.

SALOMON, Gavriel; PERKINS, David; GLOBERSON, Tamar. Partners in Cognition: Extending Human Intelligence with Intelligent Technologies. **Educational Researcher**, n. 3, p. 2-9, apr. 1991.

SELWYN, Neil. **Education and technology**: key issues and debates. London: Continuum, 2011.

SETZER, Valdemar W. **Meios eletrônicos e educação**: uma visão alternativa. São Paulo: Escrituras, 2001.

SHANK, Roger. **Reading and understanding**: teaching from the perspective of artificial intelligence. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982.

SKINNER, Burrhus Frederic. **Tecnologia de ensino**. São Paulo: Herder, 1972.

SKINNER, Burrhus Frederic. **Sobre o behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 2006.

SOFFNER, Renato Kraide. **Estratégia, conhecimento e competências**: visão integrada do potencial humano. Piracicaba: Degáspari, 2007.

SOFFNER, Renato Kraide. Avaliação do emprego de tecnologia na educação. **Revista EDaPECI - Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais**, v. 13, n. 1, p. 57-67, 2013.

VALENTE, José Armando. **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

VALENTE, José Armando (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

WARSCHAUER, Mark. **Technology and social inclusion**: rethinking the digital divide. Cambridge: MIT Press, 2004.