

## ● EDUCAÇÃO

# EMPREGO DE TECNOLOGIA NAS PRÁTICAS EDUCATIVAS: UMA REVISÃO HISTÓRICA DE VANNEVAR BUSH A PIERRE LÉVY

*Renato Kraide Soffner<sup>1</sup>*

**RESUMO:** Apresenta-se, neste texto, uma revisão histórica das ideias e invenções tecnológicas recentes de potencial aplicação aos processos educativos. Tal revisão é importante por mostrar a evolução das ideias pertinentes ao tema, pois o “bom senso pragmático” característico do assunto, no qual as experiências são, muitas vezes, apresentadas sem qualquer fundamentação teórico-metodológica, precisa ser identificado e evitado quando da análise histórica conduzida. Os esforços passados, frutos do trabalho criativo e inovador de autores já preocupados com a aplicação cognitiva das tecnologias, podem e devem servir de base para a geração de cenários futuros e análise de tendências tecnológicas, num momento em que a difusão e o acesso a recursos de tecnologias de informação e comunicação tornam-se ubíquos. O que se observa, no entanto, após a realização da análise histórica do tema, é que ainda precisamos de um embasamento teórico-pedagógico, para garantir a eficaz aplicação da tecnologia à educação, já que uma contínua confusão entre meios e fins, historicamente observada, ainda permeia o assunto.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Práticas educativas. Análise histórica.

# USE OF TECHNOLOGY IN EDUCATIONAL PRACTICES: A HISTORICAL REVIEW FROM VANNEVAR BUSH TO PIERRE LÉVY

**ABSTRACT:** This work presents a wide historical review of the design and creation of technological inventions applicable to educational processes. Such review is important for showing the ideas evolution related to the topic as long as the “pragmatic good common sense”, a characteristic of the subject where the experiments are often presented without any theoretical and methodological basis, needs to be identified and avoided when the historical analysis is carried out. Last efforts, fruit of authors’ creative and innovative work already concerned about the cognitive application of such technologies can and should serve as a basis for the future generation scenarios and the analysis of technological trends at a time when the diffusion and access to resources of information and communication technologies become ubiquitous. It is observed, however, by the completion of the historical analysis of the theme that we still need a theoretical foundation to ensure the effective pedagogical application of technology to education, as long as a continuous confusion between means and ends, historically observed, is still pervading the subject.

**Keywords:** Technology. Educational practices. Historical analysis.

<sup>1</sup> Doutor em Educação. Professor do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Americana, SP. Brasil. [renato.soffner@am.unisal.br](mailto:renato.soffner@am.unisal.br)

## INTRODUÇÃO

Dos grandes temas que afetam a análise de resultados efetivos das questões educativas, do ponto de vista do processo histórico, podem-se mencionar a utilização e o emprego da tecnologia na educação. Assunto polêmico, e sempre discutido com ares de confronto entre defensores e críticos, demarca a sonhada contribuição que os recursos tecnológicos deveriam trazer aos processos educativos e pedagógicos, notadamente aqueles relacionados ao desenvolvimento cognitivo dos aprendentes. A educação pode, no entanto, ser beneficiária deste novo momento da história humana, se puder se valer das tecnologias de informação e comunicação, já disponíveis, para a concepção e implementação de um novo modelo pedagógico, que privilegia a conversão de informação em conhecimento, além de suportar o desenvolvimento de competências e de potencial humano. É o que se pretende mostrar, num enfoque de análise histórica, neste trabalho.

A educação, porém, é sempre difícil de definir. Saviani (2009) conclui que a dificuldade do assunto é devida não apenas às transformações na área, mas também em razão de sua própria natureza, dada a relação da educação com a realidade humana. Já a tecnologia pode ser definida de várias formas, desde sua relação com a *techné* grega, até a visão moderna de ciência aplicada, ou de ampliação das capacidades humanas (SOFFNER, 2005).

Para os propósitos deste trabalho, foi conduzida revisão histórica das iniciativas de autores que defenderam o emprego da tecnologia como suporte ao desenvolvimento cognitivo, desde o pioneirismo de Vannevar Bush (NYCE & KAHN, 1991) em aparatos tecnológicos de tratamento da informação - associados a modelos de pensamento e cognição, até a moderna concepção de *tecnologias da inteligência* de Pierre Lévy (LÉVY, 1993)<sup>1</sup>. A despeito da relação de autores aqui apresentada, gostaríamos de citar também o papel fundamental de Tim Berners - Lee, Norbert Wiener, Roy Ascott e Richard Bolt nos desenvolvimentos aqui propostos. Berners - Lee foi o criador da rede de hipertextos que hoje guia a Internet, no protocolo HTTP e demais recursos. Wiener foi o criador da Cibernética, a teoria do controle da máquina e do ser humano pela informação. Richard Bolt foi um dos fundadores da empresa inovadora Bolt, Beranek and Newman, que participou da construção da ARPANET (antecessora da Internet). Roy Ascott trabalhou com cibernética e telemática, estudando o impacto das redes digitais nos processos de consciência.

### Revisão histórica

O engenheiro, professor e pesquisador americano Vannevar Bush (1890-1974), do Instituto de Tecnologia de Massachusetts - MIT, foi um visionário (SOFFNER, 2005). Publicou diversos trabalhos onde propunha tecnologias capazes de melhorar processos mecânicos e humanos.

<sup>1</sup> *Tecnologias da Inteligência* são aquelas que contribuem para o desenvolvimento cognitivo do aprendente, se aplicadas a um contexto educativo.

Teve visões de um futuro promissor em relação ao emprego efetivo dos produtos da descoberta científica, o que habitualmente se chama de *tecnologia*.<sup>2,3</sup>

Para Bush, a tecnologia seria empregada no *pensar inteligente*, que conduz ao *agir inteligente*, que é fruto, por sua vez, da *decisão inteligente*. Imagina, em 1945, um dispositivo de importância, especialmente para a educação: o *Memex* (Extensor da Memória), onde se poderia registrar, acompanhar e até mesmo visualizar todo o processo de construção do pensamento na mente do indivíduo. Era uma entidade mecânica que poderia ser modelada a partir de processos característicos dos seres humanos, uma máquina teórica que ligaria a informação mundial da mesma forma associativa que a mente humana o faz. Esta é uma analogia para as redes globais que temos hoje disponíveis, e que seriam, pelos parâmetros de Bush, a efetivação da *revolução da informação*. Sua motivação principal, ao criar imaginariamente tal dispositivo, era justamente o tratamento eficaz da informação disponível.<sup>4</sup>

No artigo *As We May Think*, publicado na revista *Atlantic Monthly*, ele alerta para um novo relacionamento entre o homem pensador e a soma do conhecimento. Nesta época, final da Segunda Guerra Mundial, e a pedido do governo dos Estados Unidos, escreveu um relatório sobre possíveis encaminhamentos das atividades de pesquisa e desenvolvimento, aplicadas naquele momento ao esforço bélico. No artigo, Bush propõe a construção do dispositivo chamado *Memex* (**MEMOREX**, em oposição a **INDEX**, ou **MEMORY Extensor**)<sup>5</sup>, que relaciona diversas fontes de material bibliográfico, acrescidas de comentários pessoais, que podem ser recuperados sempre que desejado. Bush buscava uma forma automática de resolver o problema dos *papers* científicos publicados em série, já na época excessivamente numerosos, e desprovidos de método eficaz de recuperação da informação ali armazenada.

Waldrop (2001) credita a Bush as seguintes palavras,

[...] em qualquer caso, uma vez que o usuário do Memex tenha criado uma trilha associativa<sup>6</sup>, ele pode copiá-la e compartilhá-la com outras pessoas. Isto significa que a construção de trilhas se tornaria rapidamente um empreendimento comunitário, que produziria no tempo uma rede vasta<sup>7</sup>, cruzada e sempre em expansão de todo o conhecimento humano.

<sup>2</sup> No trabalho *The Inscrutable Thirties* Bush imagina o que será comentado dos anos 30 décadas depois; uma forma irônica e sutil de criticar o modo de vida "moderno" da década de 30, época em que estava em plena atividade acadêmica e intelectual. O artigo foi publicado no *MIT Technology Review* de janeiro de 1933.

<sup>3</sup> Na apresentação do livro *Science Is Not Enough*, de Vannevar Bush, James Conant diz que *Bush não é apenas envolvido em fazer as coisas funcionarem, mas também em fazê-las funcionar a fim de melhorar a humanidade*.

<sup>4</sup> Biografia recente de Vannevar Bush é a obra de Pascal Zachary - **Endless frontier - Vannevar Bush, engineer of the american century**. Cambridge: MIT Press, 1999. 518 p.

<sup>5</sup> Existem várias interpretações para o nome *Memex*, já que Bush não definiu, exatamente, o significado da sigla.

<sup>6</sup> Visão premonitória do que chamaremos de *Hipertexto* anos depois.

<sup>7</sup> Visão premonitória do que chamaremos de *World Wide Web* anos depois.

Nota-se em Bush a percepção do poder das redes associativas. Mas o que realmente chama a atenção é a própria definição de *Memex* dada por Bush: *um auxílio à memória*. Como o cérebro, o *Memex* arquivaria material por associação. Um apertar de tecla o faria percorrer uma *trilha* de fatos pré-estabelecida.

Na época, o mecanismo de recuperação de informações era baseado em sistemas manuais de indexação por palavras-chave. Se tivéssemos um mecanismo para registrar associações, seria mais natural recuperar informações já consultadas no passado não mais com ajuda de índices, mas através de associações estabelecidas na ocasião. Um estudo sobre algum tema envolve a consulta a diversas obras e a pessoa que realiza tal estudo estabelece naturalmente associações entre fragmentos das obras consultadas. Registrar tais associações permite uma rápida recuperação das informações quando tal se fizer necessário, meses ou anos depois. Bush afirma que

[...] a mente humana não trabalha desta forma. Ela opera por associação. Com um item em seu poder, ela passa instantaneamente para o próximo que é sugerido pela associação de pensamentos, de acordo com uma complexa rede de ligações mantida pelas células do cérebro (*apud* NYCE & KAHN, 1991).

A evolução das ideias hipertextuais do *Memex* foi contínua, pois no primeiro artigo de 1945 o autor imaginou trilhas fixas e permanentes; já em 1967, Bush prevê que o *Memex* deveria refinar e explorar novas trilhas, numa atitude visivelmente ativa e menos passiva; e finalmente, em 1970, Bush atinge o conceito de sistema adaptativo (*Adaptive Memex*), onde o *Memex* dará ênfase às trilhas mais utilizadas, lembrando claramente o que as pesquisas em neurobiologia apresentavam, já na época, quando se referiam às memórias de curto e longo prazo. Os mecanismos de busca da *Web* moderna também utilizam este recurso para dar prioridade de acesso às páginas mais consultadas.

O próprio Bush volta a discutir o *Memex* em dois outros artigos (NYCE & KAHN, 1991), onde faz uma atualização de ideias baseada nas recentes descobertas tecnológicas, como o transístor e os mecanismos de gravação magnética. Adentra, também, o campo novo das Ciências Cognitivas, algo que sem dúvida ficou obscuro no primeiro artigo de 1945. Ele imagina máquinas conectadas por fios de telefone, mais uma vez demonstrando sua inventividade.

Parece-nos que esta concepção de máquina inteligente de Bush ainda não foi construída. Continuamos seguindo o nosso credo binário e digital ditado pela Inteligência Artificial e seus seguidores. Não é difícil entender a repulsa de Bush pelos modismos gerados pelo mundo digital, já em sua época: a ideia de que as máquinas digitais seriam a cura para todos os nossos males do nosso tempo. É exatamente esta a crítica maior que encontramos nos dias de hoje, em relação ao emprego da tecnologia na educação.

Um estudioso de tecnologia influenciado por Bush, Douglas Engelbart tomou conhecimento das ideias do *Memex* logo após a publicação do artigo em 1945. A leitura do texto provocou-lhe inquietação, gerando a visão de uma ferramenta baseada em computador que pudesse aumentar o intelecto humano, melhorando, desta forma, nossa habilidade de resolver problemas e atingir metas, tanto individual como socialmente. Uma tecnologia de ação na nossa inteligência, portanto uma *tecnologia da inteligência*.

Engelbart viu, também, a necessidade de meios para que a humanidade trabalhasse de forma conjunta para desenvolver soluções para problemas de longo prazo. Queria, de fato, contribuir com algo de valor para a sociedade humana como um todo. Estas soluções, a serem criadas pelas pessoas, poderiam ser mediadas por computadores. Estes, nesta época, eram gigantes que ocupavam salas inteiras, e não dispunham de telas de visualização, como o radar. Eram aplicados em processamento de números, cálculos repetitivos, devido à sua eficiência em trabalhar neste campo.

Engelbart quis ver a razão instrumental na direção do humano, possibilitando a inserção do epistemológico no manejo dos instrumentos. A relação entre a *techné* e o *logos*. O conhecimento seria, então, a organização sistemática da informação e dos conceitos (ENGELBART, 1973). Imaginou que o desenvolvimento e emprego de novos aparatos tecnológicos poderiam oferecer novas possibilidades ao desenvolvimento de novas habilidades e do incremento intelectual de uma sociedade tecnológica (ENGELBART, 1963). A tecnologia seria, deste ponto de vista, complemento capaz de expandir as capacidades humanas. Capacidades que existem, mas precisam ser incrementadas.

Pensou um mundo onde a tecnologia seria utilizada para as soluções adotadas coletivamente, globalmente. Computadores usados para o conhecimento, comunicação e comunidade, e não apenas computação e capitalismo. Aspectos do social, e não apenas o mercadológico. Aumentar o intelecto humano seria incrementar a capacidade de aproximação de problemas complexos, de obter compreensão das necessidades particulares, e de obter as soluções para tais problemas. A tecnologia incrementando a intuição e a criatividade, além da lógica e da razão. A isto Engelbart chamou de *Human Augmentation*.

Sugere-se uma aplicação potencial de tudo o que Engelbart pensou e criou, na área educacional. Segundo Brate (2002 *apud* SOFFNER, 2005), suas ideias dizem respeito a capacidades intelectuais ampliadas e ferramentas de interação e colaboração como meio de relação entre homens; enfim, tecnologia aplicada aos processos específicos da prática educacional. Pretendia que suas ideias fossem paradigmáticas, já que desenvolvia novas ferramentas de extensão às capacidades sensoriais, motoras e mentais do ser humano. Enxergou no computador uma ferramenta tão original quanto o arado, a clava, ou a prensa tipográfica, já que, da mesma forma que as ferramentas citadas, poderia alavancar o desenvolvimento humano e transformar sociedades.

Theodor Holm Nelson enxergou as questões de poder no domínio dos computadores já na década de 70. Apresenta em *Computer Lib*, de 1974, o computador pessoal como sinônimo de democracia, riqueza e conhecimento, ou seja, ferramentas para acesso à informação e com possibilidades de auto-publicação para qualquer pessoa, exatamente o que vemos hoje com os recursos da Internet. Na obra *Literary Machines*, de 1981, apresentou ideias sobre o poder político da estrutura de rede não-hierárquica, a que chamamos *hipertexto*. Tal termo foi por ele cunhado, significando *escrita não-linear e não-hierárquica*.

Isto nos leva a pensar na real importância da implementação da ideia de Nelson, que seriam capazes de tornar em realidade tudo o que foi apresentado sobre hipertexto e hiperídia num contexto de *Web* e de sala de aula. Nelson questionou o hipertexto que apenas *liga* textos, sem apresentar *contexto*. Pensou nos sistemas de informação hipertextual como sendo meios de cultivo de comunidades de generalistas interdisciplinares. Tal qual Bush e Engelbart, imaginou que as associações podem ser ferramentas poderosa para se modelar a informação. Computadores, desta forma, podem ser de grande utilidade para o crescimento pessoal.

Percebeu cedo que nosso pensamento não é linear nem sequencial, como Bush o afirmou décadas antes. Ideias, portanto, não precisam ser apresentadas de forma linear. Leitura linear leva, segundo Nelson, a pensamento linear. Nosso texto tradicional é limitador da capacidade de raciocínio. As ideias podem ser expressas como uma teia, inter cruzando-se.

Mesmo nos sistemas hipertextuais as ligações cruzadas que um usuário pode fazer ainda dependem de uma programação prévia. Precisamos, segundo ele, de formas mais livres de armazenagem e manipulação de informação. Mesmo o *Memex* de Bush tinha tal limitação: não trabalhava com contexto. Esta forma de armazenamento e processamento de informação aponta na direção de uma profunda revolução na maneira pela qual pensamos, analisamos, sintetizamos e expressamos a informação, e um salto para a frente em criatividade.

A coletânea de associações entre fragmentos de diversas obras complementadas por eventuais comentários resultante de um estudo sobre um particular assunto representa um novo documento (meta-documento) para uso pessoal, cujos componentes elementares consistem em fragmentos de outros documentos (documentos-base). Bush imaginava que meta-documentos já existentes sobre assuntos mais específicos pudessem ser agregados como componentes a meta-documentos sobre temas mais amplos. O *Memex* daria, portanto, suporte à construção de meta-documentos hierárquicos (NYCE & KAHN, 1991).

De acordo com Soffner (2005), Joseph Carl Robnett Licklider desenvolveu, já na década de 60, a ideia de uma rede universal de informação e comunicação, de base digital, inspirado pela sua participação em projetos de redes pioneiras. Estes conceitos acabaram influenciando a criação da própria ARPANET, antecessora da Internet.

Licklider estudou a fundo a quantidade de informação que era necessária para a realização de tarefas de coleta, ordenação, e análise de informação, e sua relação com a tomada de decisões baseadas nos dados anteriormente coletados. Este exercício teve um efeito poderoso no seu trabalho, e o convenceu de que uma das contribuições úteis de mais longo prazo da tecnologia de computadores seria o provimento de sistemas automáticos de suporte à tomada de decisão humana. Licklider rapidamente compreendeu que os computadores estavam se tornando poderosos o suficiente para suportar o tipo de trabalho que Bush tinha descrito através do *Memex*. De acordo com Brate (2002), Licklider escreveu em 1959 seu primeiro livro importante, *Libraries of the Future*, sobre como um computador pode prover uma biblioteca automática com uso remoto simultâneo por diversas pessoas através do acesso a base de dados comum.

Também percebeu que computadores interativos poderiam agregar valor como assistentes automáticos. Estas ideias foram apresentadas num artigo seminal de 1960, intitulado *Man-Computer Symbiosis*, no qual descreve um computador assistente que seria capaz de responder a perguntas, fazer modelagem e simulação, mostrar resultados de forma gráfica, e extrapolar soluções para novas situações, a partir de experiências passadas. Como Norbert Wiener, criador da Cibernética, viu uma simbiose muito próxima entre os computadores e o ser humano, incluindo sofisticadas interfaces com o cérebro.

Licklider também apreciava o poder das redes de computadores, e previu os efeitos da distribuição tecnológica, descrevendo como o aumento do número de computadores, programas e informação entre um grande número de computadores, conectados através de uma rede, criaria um sistema mais poderoso do que aquele construído por apenas uma organização.

Em agosto de 1962, estas ideias foram elaboradas no artigo *On-Line Man Computer Communication*, um dos primeiros a conceituar a futura Internet. Em outubro do mesmo ano foi indicado diretor da nova iniciativa estabelecida pela DARPA, órgão de pesquisa do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Tinha como missão achar uma forma de implementar sua visão de rede, e interconectar os principais computadores do Pentágono. Iniciou este trabalho pela redação de memorandos onde descrevia os benefícios de uma rede global e distribuída, endereçando-os aos *membros e afiliados da rede de computadores intergaláctica*. Sua visão de uma rede universal teve influência decisiva nos seus sucessores dentro da organização, e levou aos esforços que criariam a futura ARPANET, embrião da moderna Internet.

Seu artigo de 1968, intitulado *The Computer as a Communication Device*, previu a iminente rede universal como ferramenta de agregação de valor pela interação de usuários, e não apenas de transmissão de dados. Veja-se aqui o conceito de *comunidades virtuais*, tão discutido nos dias de hoje, e de fundamental importância quando se fala do emprego das redes na educação.



Pela comunidade virtual, o esforço produzido pela colaboração é maior que aquele gerado de forma individual.

Aqui está caracterizado o emprego inovador da tecnologia no desenvolvimento humano, pela visão de Licklider. Computadores ampliando capacidades dos indivíduos, ao invés de forçá-los a rígida conformidade. Computadores, desta forma, não poderiam ser apenas máquinas de calcular rápidas, mas máquinas cheias de diversão. Novos meios de expressão, inspiração à criatividade, e portões para um amplo mundo de informação - nas palavras de Licklider, uma simbiose homem-computador, para mudar o curso da ciência e da cultura.

Mas a criação maior de Licklider será o conceito de *procognitive systems*, ao questionar se enxergamos os computadores como tendo seu maior valor na função de dispositivos de comunicação cibernética, ao invés de incrementadores da produtividade. Esta é uma das premissas do presente trabalho, e encontra já na década de 60 sinais de alerta.

Em seu livro *Libraries of the Future*, dedicado a Bush, Licklider imaginou uma vida melhor para os seres humanos com melhor informação. Para ele, as próprias bibliotecas serão os *procognitive systems* do futuro, onde os computadores ordenarão, administrarão e conterão a informação que unificará as disciplinas, da mesma maneira que Bush pensava.

O papel de Licklider na concepção das *Tecnologias da Inteligência* é o de semente de futuras ideias relacionadas às redes de informação e comunicação, bem como das comunidades virtuais, inclusive as de aprendizagem. Assim como Engelbart, ele enxerga as redes como meio ideal de troca de experiências cognitivas e decisórias, meio de relacionamento entre trabalhadores do conhecimento, que o próprio Bush não viu no formato de máquinas descentralizadas, já que o *Memex* tinha a característica de dispositivo individual de trabalho.

O papel da tecnologia nas questões da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo levou o filósofo francês Pierre Lévy a cunhar o termo *Tecnologias da Inteligência* (LÉVY, 1993). Estudou o emprego das tecnologias modernas nas questões epistemológicas, e não apenas na automatização de processos repetitivos, como o fazem os computadores em sua função tradicional.

Para Lévy, a tecnologia tem a possibilidade de participar dos processos educacionais por meio dos conceitos de *ciberespaço* e *cibercultura*, que julga estarem em seus primórdios de desenvolvimento.<sup>8</sup>

O autor imaginou uma inteligência distribuída, ou *coletiva*, como a chamou, fruto da interação de todos os agentes inteligentes ligados pela grande rede ou teia mundial. O ciberespaço é uma ferramenta de extrema utilidade para o compartilhamento de conhecimento, socialização, livre opinião e expressão, além de inovação cultural. O uso otimizado do ciberespaço poderia incrementar o desenvolvimento humano através da multiplicação do poder mental de indivíduos e, mesmo, comunidades.

<sup>8</sup> Ciberespaço (ou Noosfera) seria a ubiquidade da informação e a interconexão de ideias.

Lévy afirma que a cultura da inteligência coletiva encoraja o projeto e teste de valores, conhecimento e ferramentas, incrementando a cooperação intelectual e abertura de mente. Tal cultura pode conduzir a interessantes possibilidades de desenvolvimento humano global. Fica nítida a relação de suas ideias com as propostas educacionais menos amarradas à educação formal tradicional, que tem dominado a humanidade há séculos.

Pelo trabalho de Lévy, vemos o conhecimento como rede, em termos epistemológicos, tecnológicos, de didática, de avaliação, de planejamento e organização curriculares. As ações docentes podem ser modernizadas e paradigmaticamente alteradas através do emprego de tecnologia educacional que privilegie a visão metafórica do conhecimento como rede (MACHADO, 2000).

A tecnologia cibernética deve ser entendida como o conjunto de ferramentas que aumentam a inteligência de propósito geral do usuário, ou seja, o controle que este tem sobre a informação e a comunicação. LÉVY (2001) enxerga nas redes de computadores quantidades de tecnologias intelectuais que aumentam e modificam a maioria de nossas capacidades cognitivas: memória (bancos de dados, hiperdocumentos), raciocínio (modelização digital, inteligência artificial), capacidade de representação mental (simulações gráficas interativas de fenômenos complexos) e percepção (síntese de imagens a partir de dados digitais, principalmente). O domínio dessas tecnologias intelectuais dá vantagem considerável aos grupos e ambientes humanos que fazem um uso adequado delas. Favorecem, ainda, o desenvolvimento e manutenção de processos de inteligência coletiva. Computadores não precisariam ser utilizados apenas para automatizar cálculos, como imaginado no momento de sua criação, mas com um potencial muito maior de desenvolvimento de competências intelectuais.

## As ideias e tecnologias apresentadas e sua potencial aplicação educativa

De acordo com os objetivos propostos por este trabalho, cabe neste momento discutir se as tecnologias de informação e comunicação aqui descritas teriam potencial no incremento das capacidades humanas por meio de processos educativos. Os autores citados neste trabalho de alguma forma concordaram com esta premissa. Assim, as tecnologias da inteligência podem e devem ter influência na educação, presente e futura. Não apenas pela mecanização de processos de armazenamento e busca, “[...] mas permitindo um desenvolvimento do ser humano em sentido pleno, com incrementos cognitivos individuais, representativos dos diversos tipos de inteligência observáveis, além do crescimento coletivo” (SOFFNER, 2005).

Há que se buscar níveis superiores de desempenho pedagógico aos atualmente proporcionados pela educação formal, pela construção de competências exigidas pela sociedade da informação. Aqui a tecnologia pode ser utilizada de forma inovadora e criativa pela expansão das capacidades mental e intelectual. Como proposta por Paulo Freire (1978) e Pierre Lévy (1993), uma inteligência coletiva, dialógica, interativa, mediada pelas redes de comunicação e pelos aparatos tecnológicos, já que a educação é interação e a inteligência não é apenas individual.

A escola deverá ser ambiente rico em experiências de aprendizagem e de desenvolvimento desta inteligência coletiva. Também Freire afirmou que ninguém educa ninguém, mas ninguém se educa a si mesmo – o processo de educação vem da comunhão dos homens mediatizados pelo mundo. Eis aqui o papel de destaque para a tecnologia, já que pode promover a colaboração e interação entre os sujeitos em aprendizagem por meio de processos pedagógicos e educacionais.

As ideias geradas pelos pioneiros tecnológicos aqui descritos não têm sido aplicadas de forma rotineira na educação contemporânea. Eles perceberam que a computação e a tecnologia não têm valor em si mesmas, mas na forma como podem alterar nossa forma de enxergar e vivenciar o mundo, de nos comunicar, de criar, de trabalhar de forma colaborativa, de nos organizar, de auferir poder e responsabilidade, ou seja, de nos desenvolvermos como seres humanos (SOFFNER, 2005).

A ampla adoção de tecnologia nas décadas recentes trouxe-nos sistemas prontos para adquirir, armazenar e representar informação. Agora temos dispositivos que podem espelhar o comportamento cognitivo humano e que nos permitem novas formas de interação e associação, em especial nos processos educativos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ideias e os dispositivos propostos por Vannevar Bush (e demais autores aqui analisados), hoje apropriadamente chamados de *tecnologias da inteligência*, podem e devem exercer influência marcante numa nova educação. Não se trata de apenas mecanizar e automatizar processos de captura, armazenamento e busca de informação, como o fazem sistemas voltados para a gestão de dados e de informação. Trata-se, na verdade, do desenvolvimento do ser humano em sentido pleno, da expansão de sua inteligência, entendida no sentido mais amplo, mas abrangendo também a inteligência coletiva de que fala Pierre Lévy (LÉVY, 1999).

A revisão histórica aqui apresentada, da concepção e desenvolvimento de dispositivos tecnológicos de aplicação aos processos educativos, tentou mostrar a evolução das ideias associadas ao tema, e desde já podemos concluir que os esforços de autores já preocupados com a aplicação cognitiva das tecnologias deverão embasar a geração de novas propostas de embasamento teórico-pedagógico, para garantir a eficaz aplicação da tecnologia à educação.

Vivemos a cibercultura, com novas relações do saber, agora virtualizado e desmaterializado; as novas tecnologias de informação e comunicação alteram nossa visão de mundo, e, de forma associada, nossas práticas educativas. Concordamos, pois, com Lévy (2005): “Não se trata aqui de usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim de acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educacionais tradicionais e sobretudo os papéis de professor e de aluno” (LÉVY, 2005, p.172).

A tecnologia existe, em grande parte, para apoiar e habilitar nossos sonhos e projetos, e para desenvolver nossas competências; como vimos, projetos são a linha mestra do desenvolvimento humano. As atividades escolar e educacional devem estar atreladas a este ponto de vista. O que precisamos, no futuro imediato, é que os sonhos dos visionários deste trabalho sejam implementados. A agenda promissora de Bush ainda não foi totalmente considerada. As ideias geradas pelos pioneiros tecnológicos não têm sido aplicadas de forma rotineira na educação contemporânea. O que os pesquisadores referenciados neste artigo perceberam tão bem é que a computação e a tecnologia têm valor no processo de alterar nosso enxergar e vivenciar o mundo, de nos comunicar, de criar, de trabalhar de forma colaborativa, de nos organizar, de auferir poder e responsabilidade, ou seja, de nos desenvolvermos como seres humanos. A educação tem muito a ganhar com tais visões.

## REFERÊNCIAS

- BRATE, A. **Technomanifestos**: visions from the information revolutionaries. New York: Texere, 2002. 288 p.
- BUSH, V. As We May Think. In: NYCE, James M., KAHN, Paul (Eds.). **From Memex to hypertext**: Vannevar Bush and the mind's machine. San Diego: Academic Press, 1991.
- ENGELBART, D. C. **A conceptual framework for the augmentation of man's intellect**. Washington, Spartan Books, 1963.
- ENGELBART, D. C., WATSON, R. W., NORTON, J. C. **The augmented knowledge workshop**. California: Stanford Research Institute, 1973. Disponível em: <<http://www2.bootstrap.org/augment-14724.htm>> Acesso em 01 jul. 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 32 p.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 208 p.
- LÉVY, P. **A inteligência coletiva**. São Paulo: Loyola, 1999. 212 p.

LÉVY, P. **A conexão planetária**: o mercado, o ciberespaço, a consciência. São Paulo: Editora 34, 2001. 189 p.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2005. 172 p.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 2000. 320 p.

NYCE, J. M., KAHN, P. **From Memex to hypertext**: Vannevar Bush and the mind's machine. San Diego: Academic Press, 1991.

SAVIANI, D. Entrevista: a educação fora da escola. **Revista Ciências da Educação**. Americana, ano XI, n.20, p. 17-27, 2009.

SOFFNER, R. K. **As tecnologias da inteligência e a educação como desenvolvimento do potencial humano**. 2005. 144f. Tese (Doutorado em educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 2005.

WALDROP, M. M. **The dream machine**: J. C. R. lickliger and the revolution that made computing personal. New York: Viking, 2001.