

*DOSSIÊ***UM SÉCULO DE MÁQUINAS DE ENSINAR, 50 ANOS DE MÁQUINAS PARA APRENDER****A CENTURY OF TEACHING MACHINES, 50 YEARS OF MACHINES TO LEARN WITH****Carlos Nogueira Fino⁸**

Submissão: 17/11/2016

Revisão: 30/11/2016

Aceite: 04/12/2016

Resumo: Este artigo reflete criticamente sobre máquinas de ensinar, sua gênese e seus fundamentos behavioristas, desde uma conjectura de Thorndike, que data de 1912, até à sua migração para meios virtuais, iniciada em 1960. Em seguida, apresenta a tradição das máquinas para aprender, inspiradas no construtivismo e no construcionismo, cuja fundação corresponde à criação da linguagem Logo, em 1967. Conclui, negando que tenha sido superada a antinomia entre máquinas de ensinar e máquinas para aprender.

Palavras-chave: Maquinas de ensinar. Máquinas para aprender. Condicionamento Operante. Construcionismo.

Abstract: This article reflects critically on teaching machines, their genesis and their behaviorist foundations, from a Thorndike's conjecture made in 1912 to the beginning of their migration to virtual media in 1960. Next, it presents the tradition of machines to learn with by going back to the creation of the Logo language, in 1967, inspired by the constructivism and the constructionism. It concludes by denying that the antinomy between teaching machines and machines to learning with has been overcome.

Keywords: Teaching machines. Machines to learn with. Operant Conditioning. Constructionism.

⁸ Prof. Dr. da Universidade da Madeira, Portugal, cfino@uma.pt.

Máquinas de ensinar

Referindo-se ao uso tradicional das tecnologias em dispositivos de distribuição de conteúdos de instrução, Jonassen; Carr; Yueh (1998) afirmam o seguinte:

*Traditionally, instructional technologies have been used as media for delivering instruction, that is, as conveyors of information and tutors of students. When used in this way, information is "stored" in the technology. During the "instructional" process, learners perceive and try to understand the messages stored in the technology as they "interact" it. Interaction is often limited to pressing a key to continue the information presentation or responding to queries posed by the stored program. The technology program judges the learner's response and provides feedback, most often about the "correctness" of the learner's response*⁹(Jonassen; Carr; Yueh, 1998, p. 24).

E vão mais longe, acrescentando que as tecnologias desenvolvidas pelos *designers* de instrução são frequentemente apresentadas como estando já validadas e como sendo à prova dos professores, ficando estes, tal como os alunos destinatários da instrução, à margem de poderem exercer qualquer controle significativo do processo de ensino-aprendizagem.

Esta tradição vem de longe, do início do século XX, e tem raízes nos tempos heroicos das máquinas de ensinar.

Se definirmos genericamente essas máquinas como dispositivos que apresentam informação organizada por unidades, que fazem perguntas ou propõem atividades ao utilizador após a apresentação de cada uma daquelas unidades, e que proporcionam *feedback* sobre a adequação do comportamento externo e observável do utilizador, a primeira de que existe memória é a de

⁹ Tradicionalmente, as tecnologias de instrução têm sido usadas como meios para a transmissão de instrução, isto é, como transportadores de informações e tutores dos alunos. Quando usada dessa maneira, a informação é "armazenada" na tecnologia. Durante o processo "de instrução", os alunos identificam e tentam entender as mensagens armazenadas na tecnologia à medida que "interagem" com ela. A interação é muitas vezes limitada a pressionar uma tecla para continuar a apresentação de informações ou para responder a questões apresentadas pelo programa armazenado. O programa julga a resposta do aluno e fornece *feedback*, na maioria das vezes sobre a "correção" da resposta do aluno. Tradução do Autor.

Sidney Pressey. E é possível que um pequeno excerto de uma obra de Thorndike tenha sido, de alguma maneira, inspirador dessa máquina:

*If, by a miracle of mechanical ingenuity, a book could be so arranged that only to him who had done what was directed on page one would page two become visible, and so on, much that now requires personal instruction could be managed by print*¹⁰ (Thorndike, 1912, p. 165).

Essa é, pelo menos, a opinião de Rubinooff et al. (s/d), que identificam a predição de Thorndike como sendo o momento inicial da linha do tempo da evolução dos sistemas de gerenciamento de instrução¹¹. Tenham razão ou não tenham, a verdade é que poucos anos após a predição de Thorndike, outro psicólogo norte-americano, chamado Sidney Pressey, patenteou uma máquina de ensinar, considerada como sendo a primeira tentativa séria de automatizar a instrução e a avaliação. Essa máquina, patenteada em 1928 sob a designação de *Machine for Intelligent Tests*, tinha sido imaginada em 1915, mas a sua construção e comercialização tiveram de ser adiadas por causa da I Grande Guerra, que eclodira no ano anterior. Pressey apenas pode exibir um protótipo da sua máquina, pela primeira vez, em 1924, na reunião da *American Psychological Association* (Benjamin Jr., 1988).

Como se sabe, a máquina de Pressey, apesar de ter suscitado a atenção dos seus colegas psicólogos, e comentários nomeadamente a B. F. Skinner¹², acabou por não influenciar o pensamento e a prática educacional do seu tempo na proporção do pioneirismo que os psicólogos educacionais seus contemporâneos lhe reconheceram. Como se compreende, uma máquina

¹⁰ *Se, por um milagre da engenhosidade mecânica, um livro pudesse ser concebido de modo a que a página dois se tornasse visível somente após ter sido feito o que é indicado na página um, e assim por diante, muito do que agora requer instrução pessoal poderia ser gerenciado pela impressão.* Tradução do Autor.

¹¹ Atualmente mais conhecidos como *Learning Management Systems* (LMS).

¹² Que foram abundantes, como se pode constatar pela leitura de um artigo intitulado *Teaching Machines*, publicado na revista *Science*, em outubro de 1958. Nesse artigo, Skinner afirma que o fracasso da máquina de Pressey se ficaria a dever a inércia cultural (o mundo não estava preparado para a receber) e a problemas relacionados com o desenvolvimento da Psicologia, que ainda não compreenderia adequadamente os processos de aprendizagem.

patenteada em 1928, nas vésperas da Grande Depressão, dificilmente triunfaria no mercado educacional devido ao seu custo por unidade, o qual inviabilizaria a sua disseminação no sistema educativo americano, que não desistiria do muitíssimo mais barato sistema clássico da instrução simultânea, nem da igualmente pouco dispendiosa tecnologia do quadro negro e do giz. De pouco valeu, portanto, a convicção de Pressey, que apresentava a sua máquina como o primeiro passo de uma inevitável revolução industrial¹³ na educação.

Contemporânea da máquina de ensinar de Pressey, é justo mencionar uma outra abordagem, denominada *problem cylinder*, proposta pelo educador canadiano LaZerte, que foi diretor da Escola de Educação da Universidade de Alberta desde a sua criação, em 1929, até 1942. Tratava-se de um dispositivo mecânico capaz de apresentar problemas e aceitar respostas para verificar se os passos da solução fornecidos pelo utente estariam corretos. Como referem Hunka; Buck (1992), LaZerte não considerava os princípios da psicologia behaviorista como sendo apropriados para a educação dos seres humanos, e daí, provavelmente, o centro da sua proposta tivesse sido a resolução de problemas. No entanto, tal não o impedia de considerar, à semelhança de Pressey, que a utilização de dispositivos mecânicos pudesse ser um elemento essencial de uma instrução eficaz, como ajuda ao ensino e à aprendizagem. Infelizmente, o dispositivo de LaZerte, concluído em 1929, acabou por ter o mesmo destino da máquina de Pressey: naufragar na enorme crise financeira que avassalou o mundo capitalista.

A revolução industrial na educação, ambicionada por Pressey, voltou a não acontecer com a máquina de instrução programada, de Skinner, apresentada nos anos 50 como instrumento para a concretização de um

¹³ *Tem de haver uma 'revolução industrial' na educação, em que a ciência educacional e a engenhosidade da tecnologia educacional se combinam para modernizar os procedimentos grosseiramente ineficientes e desajeitados de ensino convencional. O trabalho nas escolas do futuro será organizado simples e maravilhosamente, de modo a ajustar-se quase automaticamente às diferenças individuais e às características do processo de aprendizagem. Haverá muitos esquemas de poupança de trabalho e dispositivos, até mesmo máquinas - não para a mecanização da educação, mas para a libertação do professor e do aluno do trabalho educacional penoso e da incompetência* (Pressey, 1933, pp. 582-583). Tradução do Autor.

processo de instrução baseado na teoria behaviorista do condicionamento operante, desenvolvida pelo próprio Skinner e na qual trabalhava havia décadas. No entanto, ao contrário da obscuridade que o tempo adensou sobre a memória da máquina de Pressey, a proposta de Skinner viria a revelar-se inspiradora de um sem número de iniciativas semelhantes nos anos seguintes ao seu lançamento.

Recorde-se que a máquina de instrução programada de Skinner funcionava de acordo com três princípios essenciais:

- a) *A máquina fornece feedback imediato, o que conduz mais rapidamente ao comportamento adequado e cria e mantém um ambiente de motivação e entusiasmo;*
- b) *Cada aluno movimenta-se ao seu próprio ritmo, dispondo cada qual do tempo de que necessita, em vez de todos estarem sujeitos a um tempo exterior, igual para todos;*
- c) *Cada aluno segue um programa cuidadosamente planejado para si.* (Fino, 2016, p. 18).

Afirma Benjamin Jr (1988) que, no início dos anos 60, as máquinas de ensinar eram notícia habitual nos *media* americanos, uma vez que existiam no mercado vários modelos baseados nos princípios do condicionamento operante, tirando partido, remotamente, do pioneirismo de Pressey e, mais recentemente, da notoriedade e influência de Skinner e do seu pensamento.

Também foi durante os anos sessenta que aconteceu o apogeu das máquinas mecânicas de ensinar e se iniciou o seu declínio, o qual se ficou a dever a duas razões essenciais. A primeira dessas razões é um somatório de vários fatores: o seu custo por unidade, as críticas cada vez mais audíveis de que a sua utilização conduziria à desumanização, e a insinuação que dessas máquinas não passariam de dispendiosos aparelhos de virar páginas. A segunda razão, porventura a decisiva, tem a ver com o início das experiências de ensino

assistido por computador¹⁴, cuja primeira concretização consistente foi o projeto PLATO¹⁵, em 1960.

Àquela data, os computadores e a sua utilização ainda envolviam custos elevados. As máquinas eram enormes, quando comparadas com os computadores pessoais, que passaram a estar disponíveis, a preços incomparavelmente menores, a partir do final da década seguinte¹⁶. Mesmo assim, utilizá-las para correr programas de ensino assistido por computador já se revelava conveniente nesse início dos anos 60. E revelar-se-ia ainda muito mais com o desenvolvimento acelerado da indústria da computação.

Máquinas para aprender

Por se ter tornado dominante, por serem mais antigas as suas raízes e por serem geralmente considerados mais “sérios¹⁷” os seus propósitos, nomeadamente no que se refere à sua adequabilidade a procedimentos de desenvolvimento curricular, a perspectiva das *máquinas de ensinar / ensino assistido por computador* corresponde à ideia mais facilmente partilhada pelo senso comum sobre a relação que deve existir entre educação e tecnologia. No entanto, essa visão está longe de preencher o que é cogitável quando se pensa um pouco sobre o triângulo *aprendiz, tecnologia, objeto a ser conhecido*, fora de um quadro curricular, ou seja, quando se pensa em aprendizagem sem a existência de um currículo *a priori*.

¹⁴ *Computer Aided Instruction* (CAI).

¹⁵ PLATO é o acrónimo de *Programmed Logic for Automatic Teaching Operations* (Lógica Programada para Operações Automáticas de Ensino). Foi um projeto desenvolvido pela Universidade do Illinois e que começou a ser utilizado em 1960.

¹⁶ Por exemplo, o meu primeiro computador pessoal só pode ser adquirido no início dos anos oitenta. Era um Sinclair ZX Spectrum, de 48 K de memória, sem monitor (o monitor desses computadores era o televisor) e os seus programas e dados eram armazenados em cassette, através de um leitor / gravador comum, que não era fornecido.

¹⁷ Essa “seriedade” tem a ver com uma visão utilitarista e de curto-prazo sobre inclusão da tecnologia na educação, cuja pergunta de partida é a seguinte: como utilizar a tecnologia para ensinar melhor e mais eficientemente o que está curricularmente previsto e garantir um melhor controle da aprendizagem (do que foi ensinado)?

Em meados dos anos 60, Seymour Papert, matemático sul-africano, que tinha trabalhado com Jean Piaget, em Genebra, mudou-se para os Estados Unidos, onde, em colaboração com Marvin Minsky, fundou o Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia do Massachusetts (MIT). Ainda nessa década, Papert trabalhou com a equipa de uma firma de *high-tech* (Bolt, Beranek e Newman), associada ao MIT e liderada por Wallace Feurzeig, onde foi criada a primeira versão da linguagem de programação Logo¹⁸, em 1967¹⁹.

Esta linguagem de programação, na realidade um dialeto da pré-existente linguagem LISP²⁰, foi projetada para ser uma ferramenta para aprender, sendo as suas principais características a modularidade, a extensibilidade, a interatividade e a flexibilidade (além da recursividade típica do LISP), decorrentes daquele propósito declarado de ser usada como ferramenta de aprendizagem, entregue ao aprendiz, e não propriamente (mais) um utensílio de ensino, posto nas mãos todo-poderosas de quem ensina.

Ainda contemporânea das primeiras concretizações informáticas da instrução programada, e numa altura em que os computadores ainda eram máquinas de porte considerável e muitíssimo dispendiosas, a linguagem Logo foi criada sem qualquer espécie de vínculo com a tradição das máquinas de ensinar. Pelo contrário, o seu propósito nem se cruzava com o universo da escola e do currículo. A ideia era tornar a computação acessível às crianças, de uma forma muitíssimo mais profunda do que a mera operação do computador: as crianças como programadoras, envolvidas em projetos decididos por elas próprias, ensinando o computador, utilizando a metáfora de Papert, ao invés de serem ensinadas por ele.

¹⁸ Ao contrário do que se passava com a designação de outras linguagens de programação, *Logo* não é um acrónimo, mas uma adaptação de um vocábulo grego que significa palavra ou pensamento.

¹⁹ Fonte: http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html (acesso em 3/11/2016)

²⁰ A palavra LISP deriva de *List Processor*, ou seja, Processador de Listas, designação de uma linguagem de programação utilizada e inteligência artificial.

Refira-se que, nos anos sessenta e setenta do século passado, os computadores ainda não estavam nas escolas não superiores, nem, muito menos, nos lares. Eram máquinas misteriosas aos olhos das pessoas comuns, cuja esmagadora maioria nunca tinha visto um de perto, muito menos tinha tido qualquer experiência de programação. E eram essas máquinas, que representavam o que de mais sofisticado a tecnologia era capaz de colocar nas nossas mãos, que Papert transformou em máquinas das crianças, parafraseando o título de um dos seus livros mais inspiradores²¹.

Mas, muito antes da publicação de *A Máquina das Crianças*, já Papert tinha afirmado, no seminal *Mindstorms*²², o seguinte:

Na maioria das situações educacionais contemporâneas em que as crianças são postas em contacto com computadores, o computador é usado para fornecer-lhes informações respeitando-se ritmo e características individuais de cada criança, e para prover atividades dentro de um nível apropriado de dificuldade. É o computador programando a criança. No ambiente LOGO a relação é inversa: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle - a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram (Papert, 1985, p.35).

Parece evidente que esta perspectiva, fortemente influenciada pelo construtivismo piagetiano, sobre a qual Papert fundou a sua pedagogia construcionista²³, tem pouco em comum com a corrente das máquinas de

²¹ *The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer*, publicado no Brasil sob o título *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática* (Porto Alegre: Artmed, 2008).

²² *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, publicado em 1980, em Nova Iorque, pela Basic Books.

²³ Construcionismo é a designação que Papert escolheu para a sua pedagogia. Trata-se de uma pedagogia clara e de formulação simples, ainda que suportada em bases teóricas sofisticadas e complexas, de onde se destacam o construtivismo, a perspectiva crítica e contributos de outros pedagogos, como John Dewey, por exemplo. O construcionismo, de acordo com Papert (1991), compartilha a conotação do construtivismo como uma ‘construção de estruturas de conhecimento’, independentemente das circunstâncias da aprendizagem, e essa construção é especialmente feliz num contexto em que o aprendiz está conscientemente empenhado na construção de uma entidade externa, que tanto pode ser um castelo de areia na praia, como uma teoria do universo.

ensinar, de base behaviorista, as suas concretizações informáticas e as suas evoluções num mundo cada vez mais impactado pelo desenvolvimento e generalização das tecnologias de informação e comunicação. No entanto, apesar de minoritária e de não estar subordinada a nenhum objetivo de desenvolvimento do currículo, a linguagem Logo dos anos sessenta foi tendo sucessivas versões nas décadas seguintes, acompanhando o desenvolvimento da informática e da robótica. Refiram-se, a título de exemplo, o *LogoWriter*, seguido do *MicroWorlds*, da *Logo Computer Systems Incorporated* (LCSI), empresa canadiana especializada na produção de *software* construcionista, o *Logo-Logo*, que podia controlar peças robóticas Lego ligadas a um computador e foi precursor do *Lego Mindstorms*, desenvolvido pelo *MIT Media Lab* nos anos noventa. Refiram-se também novos produtos *Logo-like*, como o *Scratch*, que é uma linguagem de programação compatível com o *LogoWriter*, igualmente desenvolvida pelo *MIT Media Lab*, a partir de 2007.

Estes são apenas alguns exemplos dos inúmeros que povoam um universo cuja existência raramente se cruza com a escola e com os seus pressupostos organizacionais e curriculares, a não ser, por vezes, em espaços escolares menos colonizados pelo currículo, genericamente designados de *extracurriculares*. Tratam-se inequivocamente de ferramentas com as quais se aprende enquanto se constrói *algo no mundo*, parafraseando Papert, com as quais se instituem *micromundos*, no interior dos quais se fala um dialeto cuja gramática obedece à heurística e à construção. Ferramentas matemáticas, de novo parafraseando Papert, associadas diretamente à aprendizagem, como as máquinas de ensinar e suas descendências estão indelévelmente associadas ao ensino e à didática.

Refira-se ainda que as máquinas de aprender, associadas à heurística e à matemática, são particularmente exigentes no que se refere a quem orienta a sua exploração e utilização. Se é difícil imaginar que um professor analfabeto seja capaz de ensinar a ler, é fácil compreender que apenas os educadores fluentes

em tecnologia, tanto quanto são fluentes em construcionismo, sejam capazes da instituição dos contextos apropriados para a exploração deste tipo de tecnologias pelos aprendizes. Infelizmente, o grupo destes educadores é muito reduzido. As escolas de formação de professores não são capazes de os formar até esse ponto. A educação formal não precisa deles para fazer o que é costume. Não existem, comumente, incentivos destinados a premiar o investimento que é necessário para se dominarem essas ferramentas ao ponto de ser clara a proposta da sua utilização aos aprendizes. No entanto, os seus entusiastas não desistem, ajudando a recordar que há (muito) mais aprendizagem para além do currículo, dos seus condicionantes e das suas máquinas.

Finalmente, tenhamos presente que, apesar de pertencerem a uma corrente minoritária, Papert e os seus discípulos não ficaram sozinhos na defesa do construtivismo como fonte de inspiração para a criação de ambientes de aprendizagem ricos, suportados pela tecnologia. Jonassen, por exemplo, de quem já falámos no início deste texto, é outro desses defensores, propondo o uso dos computadores como ferramentas da mente, ou ferramentas cognitivas, a partir de uma visão crítica das máquinas de ensinar e de algumas visões de acordo com as quais a simples existência da tecnologia já opera milagres. Ao contrário de Papert, cuja visão da relação entre a escola e a tecnologia não era muito otimista²⁴, Jonassen (2007) não vai tão longe, ainda que considere que as ferramentas cognitivas colocam um conjunto de problemas ao ensino:

Implementar com sucesso as ferramentas cognitivas pressupõe que as pessoas que trabalham na escola e a sociedade em que esta se insere respeitem e encorajem o pensamento crítico e a construção pessoal do conhecimento como objetivos significativos. Pressupõem que os alunos passem o seu tempo na escola envolvidos de forma activa e consciente no pensamento e na aprendizagem [...] e que devem aprender a regular os seus próprios hábitos de aprendizagem. Implementar com sucesso as ferramentas cognitivas também pressupõe que o papel dos professores

²⁴ Recorde-se a metáfora papertiana sobre a tecnologia a contornar a escola e a descrição de como o currículo e os administradores escolares se apoderaram dos computadores, nos anos 80, retirando-os das mãos dos *Yearners*, os professores visionários descritos por Papert (2008), e colocando-os onde sempre acharam que deveriam estar: nos laboratórios de informática, ao serviço da burocracia escolar.

deve mudar de transmissor para treinador e que os professores devem ser competentes [...] na utilização de ferramentas cognitivas. Por último, implementar com sucesso as ferramentas cognitivas nas escolas requer que os órgãos de gestão [...] façam tudo o que podem para facilitar o pensamento de ordem superior e a construção de significado por parte dos alunos. (Jonassen, 2007, p. 305).

Uma coexistência pouco coexistente

Como vimos, as máquinas de ensinar e as máquinas para aprender são diferentes nos seus propósitos e, sobretudo, na sua origem e nos seus fundamentos. Durante muito tempo, essas diferenças existiam também nas palavras que eram utilizadas para as designar e descrever. Por exemplo, as máquinas de ensinar eram apresentadas dessa maneira, com essa designação, pelos seus proponentes. E o que faziam era apresentado como instrução, palavra que ninguém temia, ou evitava, nesse tempo. Na sua migração para os computadores, a primeira opção foi utilizar a mesma terminologia, ou seja, a instrução passou a ser instrução assistida por computador (*computer aided instruction*), designação que caiu em desuso. Inclusivamente, a expressão *eLearning* é utilizada para nomear, hoje em dia, grande parte das ofertas de ensino *online*, que são meros repositórios de conteúdos pré-organizados. Noutros tempos, essas ofertas teriam sido designadas como *eTeaching*, quando a didática ainda considerava os conteúdos como sendo *objetos de ensino*, e não *learning objects* (LO), como surgem, hoje, referidos na literatura. E as máquinas de ensinar, *teaching machines*, ainda não tinham mudado o nome para *Learning Management Systems*²⁵ (LMS), como agora se lê na quantidade imensa de artigos que abundam nas revistas especializadas, boa parte profundamente tecnocêntricos e alguns afluivamente a-teóricos.

Ou seja, as máquinas de ensinar têm vindo a ser recicladas através de uma revolução na semântica, que não nos seus fundamentos behavioristas, que permanecem intactos. Ao mesmo tempo, a nossa sociedade foi-se habituando a atribuir maior valor à palavra *aprender* do que à palavra *ensinar*. Ou então foi o

²⁵ *Sistemas de gerenciamento de aprendizagem.*

marketing educacional, que deve ter constatado que *aprender* vende mais e melhor do que *ensinar*. E deve ter razão. De facto, o pensamento construtivista tornou-se muitíssimo mais influente (pelo menos da boca para fora) do que a proposta behaviorista do condicionamento operante, a qual, ao colocar o reforçador fora do sujeito operante, não deixa grande espaço à autonomia deste, nem à criatividade, qualidades cuja cotação tem subido em flecha na sociedade saturada de informação superficial e de curto prazo de validade em que vivemos. Com efeito, aprender autonomamente é uma habilidade tida como muito mais crucial, atualmente, do que seguir instruções ou aceitar ser ensinado, e o marketing sabe disso. Mas isto nem é um problema: o problema é se nós, educadores, não soubermos, ou fizermos de conta que não sabemos.

Por outro lado, talvez o exercício da função docente não deva ser reduzido ao desempenho de um papel meramente técnico. E talvez ensinar deva ser algo um pouco mais sofisticado do que agrupar conteúdos de maneira “lógica” e “coerente”, tendo o cuidado de verificar que foram organizados de acordo com a norma SCORM²⁶, e que serão armazenados convenientemente num servidor, ao qual, mais tarde, os alunos se ligam, remotamente, para interagir com eles.

É que os últimos cinquenta anos também correspondem à crítica do behaviorismo (incluindo a instrução programada, independentemente da designação que assuma) e à tentativa de encontrar novas propostas educativas, boa parte delas envolvendo novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e novas explicações sobre a génese e o desenvolvimento da cognição. Uma dessas propostas, como verificámos, é uma pedagogia cujo autor intitulou de construcionismo, a qual desvincula o uso da tecnologia na educação da

²⁶ SCORM é o acrónimo de *Sharable Content Object Reference Model*, ou seja, Modelo de Referência de Objeto de Conteúdo Partilhável. Trata-se de uma norma técnica, cuja data da primeira versão é janeiro de 2000, a que devem obedecer os conteúdos de instrução, de modo a poderem ser utilizados independentemente da plataforma onde correm. Também especifica a ordem pela qual se apresentam os conteúdos, permitindo ao utente assinalar o ponto em que se encontrava antes de fazer uma pausa.

instrução²⁷ e do controle efetuado pelo currículo, uma vez que as máquinas para aprender não são concebidas como utensílios de desenvolvimento curricular. E porque o seu uso não depende de um contexto de natureza escolar para existir. Esta é uma ideia-chave do pensamento de Papert: os aprendizes utilizando a tecnologia para se ligarem diretamente aos objetos do conhecimento a partir dos locais onde vivem. Ou para explorarem micromundos que não precisam de estar relacionados com nenhuma ideia de escola, pelo menos tal como a conhecemos e habitualmente representamos.

Portanto, e em contraste com a atenção que dedica às máquinas de ensinar, o marketing educacional não se tem ocupado das máquinas para aprender com o mesmo entusiasmo, o que não causa estranheza.

Em primeiro lugar, boa parte do *software* que transforma computadores em ferramentas da mente, para usar a expressão de Jonassen, é gratuito, apesar de ser quase sempre de excelente qualidade e sofisticação, para além dos seus pressupostos construcionistas e do que isso significa para os aprendizes que o utilizam. Refira-se, por exemplo, o *Scratch*, que continua a ser desenvolvido pelo grupo *Lifelong Kindergarten* do MIT Media Lab e que é distribuído gratuitamente em versões adaptadas a inúmeras línguas (incluindo o português nas suas variantes brasileira e europeia)²⁸.

Em segundo lugar, as máquinas para aprender não foram concebidas para desenvolver nenhum tipo de programa escolar, e o seu uso, ainda que envolva atividades complexas e de valor inestimável em termos de desenvolvimento cognitivo, não confere certificação com valor no mercado.

Em terceiro lugar, as máquinas para aprender não funcionam por si sós. Pelo contrário, esses programas não tomam, normalmente, nenhuma iniciativa, dependendo o seu uso, e o êxito do seu uso, do domínio que os educadores têm sobre elas e da sua capacidade de criarem contextos adequados à sua

²⁷ Que deve ser utilizada em doses homeopáticas, os seja, apenas o mínimo de instrução que possa desencadear o máximo de aprendizagem (Papert, 2008).

²⁸ Pode obter-se gratuitamente em <https://scratch.mit.edu/>.

exploração pelos aprendizes. O problema, como sabemos, é que a generalidade dos educadores nunca chega a desenvolver as competências mínimas, nem para dominarem as máquinas de aprender, nem para criarem condições para o seu uso efetivo pelos aprendizes.

Conclusão: para além dos catálogos de novidades

Entretanto, à medida que se ia popularizando o acesso à Internet, e se tornavam cada vez mais ubíquas as tecnologias móveis, foi-se insinuando uma espécie de terceira via. Não tenho a certeza de que o propósito dessa via seja o de superar a antinomia entre as máquinas de ensinar e as máquinas para aprender, quer quanto ao seu funcionamento (quem lidera, quem está no comando), quer no que tange à respetiva fundamentação teórica (o que é aprender, como é que se aprende). Devo confessar que, por vezes, tenho a sensação inquietante de que essas duas ordens de questões passaram a ficar à margem da maioria das discussões sobre o trinómio tecnologia – educação – aprendizagem, e que, da falta de um debate teórico digno desse nome, emerge uma espécie de terra de ninguém, onde a tecnologia e os tecnólogos tendem a ser dominantes.

Não é que considere esta terceira via completamente a-teórica, uma vez que ela se terá tornado “canónica” a partir de um texto de Siemens (2005), considerado fundador do conetivismo, uma nova “teoria” sobre a aprendizagem que ultrapassaria e englobaria todas as anteriores, incluindo o instrucionismo e o construtivismo. Desse texto, curtíssimo, permito-me destacar, em tradução livre, duas afirmações, que se me afiguram particularmente eloquentes e representativas, as quais estão formuladas desacompanhadas de fundamentação ou evidência, que permitam compreender como é que o autor chegou a elas:

Primeira afirmação:

Um princípio central da maioria das teorias de aprendizagem anteriores ao conetivismo é que a aprendizagem ocorre dentro de uma pessoa. Mesmo a visão social construtivista, para a qual a aprendizagem é um processo socialmente partilhado, sustenta o primado do indivíduo na aprendizagem, e a presença física desta no cérebro. Essas teorias não explicam a aprendizagem que ocorre fora das pessoas, aquela que é armazenada e manipulada pela tecnologia, além de também não conseguirem descrever como a aprendizagem acontece dentro das organizações (Siemens, 2005).

Segunda afirmação:

O conetivismo é a integração de princípios explorados pelo caos, rede, complexidade e teorias de auto-organização. Aprendizagem é um processo que ocorre dentro de ambientes nebulosos de elementos nucleares em mudança - não inteiramente sob o controle do indivíduo. A aprendizagem (definida como conhecimento acionável) pode residir fora de nós mesmos (dentro de uma organização ou de um banco de dados), é focada na conexão de conjuntos de informações especializadas e as conexões que nos permitem aprender mais são mais importantes do que o nosso estado atual de conhecimento (Idem, *ibidem*).

Sobre esta “teoria”, Verhagen (2006), uma das várias vozes que, na altura, se sentiram motivadas a comentar o artigo de Siemens, exprimiu duas dúvidas essenciais: que a aprendizagem possa residir em dispositivos não-humanos; e que o conetivismo possa ser considerado uma teoria nova, uma vez que não consegue identificar na sua formulação a existência de novos princípios que não façam parte de outras teorias de aprendizagem preexistentes.

Seja como for, invocando expressamente o conetivismo, ou nem por isso, a verdade é que boa parte da literatura que atualmente relaciona educação e tecnologia, nomeadamente a que versa sobre *eLearning* e similares, parece ter superado a referida antinomia entre as máquinas de ensinar e as máquinas para aprender, pela via mais simples. Do debate científico, que subjazia à reflexão sobre a proposta dessas máquinas e do seu uso em contextos educativos,

passámos ao catálogo de gadgets, cada qual acompanhado da descrição dos supostos benefícios educacionais da sua utilização. Trata-se de uma mudança do campo da problematização para o campo da apologética, em que o foco passou a ser a apresentação das mais recentes maravilhas tecnológicas com base na Web. Essas maravilhas são, por exemplo, os recursos digitais abertos (REA), os *massive open online courses* (MOOC), as ferramentas da Web 2.0 e 3.0, etc., que são apresentadas como conducentes à coaprendizagem e à coinvestigação, à revelia de qualquer distanciamento ou problematização de carácter científico ou mesmo pedagógico (partindo do princípio de que didática e pedagogia, ainda que *online*, continuam a não ser palavras sinónimas, não se podendo resumir a pedagogia a uma sucessão de procedimentos didáticos)²⁹.

Figueiredo, promotor e responsável pela condução da primeira fase, de 1985 a 1988, do projeto MINERVA³⁰, em conferência proferida em 1998, já alertava para alguns mitos relacionados com as tecnologias digitais, no que se refere ao seu poder para, por si sós, transformarem a educação. Um deles é o *mito da bala de prata*, que consiste na crença de que a Internet resolverá milagrosamente os principais problemas da educação. Outro, relacionado com o anterior, é o *mito de que o acesso é tudo*, segundo o qual o simples acesso à Internet é suficiente para garantir que o seu uso educativo é um sucesso.

Vinte anos depois da identificação daqueles mitos, continua a ser frequente cruzarmo-nos com eles por aí. Também por causa disso continua a fazer todo o sentido refletir sobre o sentido que pretendemos conferir à utilização da informática na educação, contando que dominamos igualmente a

²⁹ Sem pretender particularizar, consulte-se, a título de exemplo, o texto intitulado *Ambientes Emergentes para coaprender e co-investigar em rede*, de Alexandra Okada, que se encontra disponível em <http://oer.kmi.open.ac.uk/wp-content/uploads/2013/07/OKADACHallenges2013JUL.pdf> (acedido a 14-11-2016).

³⁰ Acrónimo de *Meios Informáticos no Ensino Racionalização Valorização Atualização*, designação de um programa do governo português, que funcionou entre 1985 e 1994 e se destinava a introduzir as tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas de ensino básico e secundário (médio).

tecnologia e o conhecimento que suporta e fundamenta o seu uso na educação: como máquinas de ensinar ou como máquinas para aprender?

Referências

BENJAMIN JR., L. T. A History of Teaching Machines. in: **American Psychologist**, Vol. 43, nº 9, 703-712, 1988.

FIGUEIREDO, A. D. **Mitos e Desafios da Internet na Educação**. Conferência proferida na Internet World Portugal' 98, 1998.

FINO, C. N. Inovação Pedagógica e Ortodoxia Curricular. in: **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v. 9, n. 18, p. 13-22, jan./abr. 2016.

HUNKA, S. M.; BUCK, G. H. The rise and fall of CAI at the University of Alberta's Faculty of Education. in: **Canadian Journal of Educational Communication**, Vol. 21, Nº 2, 153-170, 1992.

JONASSEN, D. **Computadores, ferramentas cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico nas escolas**. Porto: Porto Editora, 2007.

JONASSEN, D.; CARR, C; YUEH, H.-P. Computers as Mindtools for Engaging Learners. in: Critical Thinking. **TechTrends**, Vol. 43, nº 2, 24-32, 1998.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. Editora Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças – repensando a escola na era da informática** (edição revisada). S. Paulo: Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. Situating Constructionism. in: I. Harel e S. Papert (org.), **Constructionism**. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991, p. 1-12.

PRESSEY, S. L. **Psychology and the new education**. New York: Harper, 1933.

RUBINOFF, P.; HURLEY, E.; THOMAS, K.; TUREK, D. **Instructional Design, Technology, and the Emergence of eLearning**.

em <http://www.rockymountainalchemy.com/cudenvr/INTE6750/Emergence/>. Acedido em 19/10/2016.

SKINNER, B. F. Teaching Machines - from the experimental study of learning come devices which arrange optimal conditions for self-instruction. in: **Science**, Vol. 128, nº 3330, 969-977, 1958.

SIEMENS, J. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. in: **International Journal of Instructional Technology & Distance Learning**. Vol 2, Nº 1, 2005 (http://itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm, acedido a 14-11-2016).

THORNDIKE, T. **Education A First Book** (4ª Reimpressão, 1923). New York: The Macmillan Company, 1912.

VERHAGEN, P. **Connectivism: A new learning theory?**, 2006. Disponível em <https://pt.scribd.com/doc/88324962/>, acedido em 14-11-2016).