
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Pedro Demo*

Resumo

Educação científica é vista como uma das habilidades do século XXI, por ser este século marcado pela “sociedade intensiva de conhecimento”, sendo apreciada como referência fundamental de toda a trajetória de estudos básicos e superiores, com realce fundamental a tipos diversificados de ensino médio e técnico. Hoje, desafio maior é produzir conhecimento, e não mais apenas “transmitir”. Desse prisma o artigo mostra que produzir conhecimento não aponta apenas para o processo reconstrutivo técnico, mas principalmente para a habilidade de cada qual se tornar a fonte maior de suas oportunidades, na condição de sujeito que toma o destino em suas mãos. Considera que, embora a autonomia não possa ser plena – somos sempre seres limitados – pode ser muito ampliada se soubermos aprender e manejar conhecimento com autonomia. Trata-se de trabalhar o desafio da autoria, individual e coletiva, como se sugere nas plataformas virtuais mais flagrantemente interativas, como as da web 2.0. Construir oportunidades torna-se mais viável quando o sujeito não depende de que outros as inventem. Ele mesmo se faz oportunidade, porque as sabe criar, afirma o autor.

Palavras-chave: Educação científica; Método científico; Sociedade intensiva de conhecimento; Autoridade do argumento.

Embora “habilidades do século XXI” sejam principalmente modismo, entre elas aparece muitas vezes a noção de “educação científica” (Ratcliffe; Grace, 2003; Compayré, 2009)¹, ou “espírito científico” (Bachelard, 1986; Macallum, 2009)², e igualmente de “educação matemática” (Lesh, Hamilton, Kaput, 2007; Biehler *et al.*, 1993)³. Aparece, ademais, a noção de “alfabetização científica” (Roth, 2004; Akdur, 2009)⁴, sugerindo que “novas alfabetizações” (Coiro *et al.*, 2008)⁵, ultrapassando significativamente a tradicional (ler, escrever e contar), exigem formação científica claramente, entre outras razões, para corresponder à *sociedade intensiva de conhecimento* (Castells, 2004)⁶. Em grande parte, por trás está a expectativa cada vez mais insistente de que produção própria de conhecimento é o diferencial maior das oportunidades de desenvolvimento, como sugere Amsden (2009)⁷: a chance dos países emergentes (chamados de “resto”) estaria na capacidade de valorizar conhecimento mais que o mercado e outras estratégias, contando também com o apoio do Estado.

Educação científica vem muito antes das habilidades do século XXI, sendo preocupação e desafio tradicionais em países mais avançados, em especial naqueles em que as universidades são tipicamente de pesquisa (não de ensino) e o professor se define pela autoria, não pela aula (Duderstadt, 2003)⁸. Como sugerem Amsden e Duderstadt, “*peças educadas e suas ideias*”⁹ são a autêntica riqueza das nações, o que tem encontrado eco substancial em

ambientes virtuais usados para fomentar a autoria individual e coletiva, como é o caso notório da wikipedia (Lih, 2009)¹⁰. Apesar de controvérsias ácidas em torno da wikipedia (O’Neil, 2009)¹¹, nela pode-se aprender como fazer um texto científico de qualidade, discutir produtivamente online, preferir a autoridade do argumento ao argumento de autoridade, participar do ambiente científico sem pruridos acadêmicos. Como observa Friedman (2005)¹² em sua obra “o mundo é plano”, há diferença fatal entre países que apreciam ciência e incentivam o estudo e outros que se orientam por outros valores tradicionais. Em sua sugestão, países latinos, entre outros, não se dedicam de modo satisfatório ao desafio da educação científica. Os jovens são atraídos pelo sucesso profissional sem estudo, como pode ocorrer com jogadores de futebol, atores, modelos, cantores etc. De fato, entre nós “estudar” ainda faz parte das atividades similares a castigo (Demo, 2008)¹³.

Neste texto busco explorar a argumentação em favor da educação científica, em tom também crítico ao positivismo reinante nesta discussão. Tomo como foco que educação científica só poderia progredir mais visivelmente se cuidássemos bem melhor da **formação docente**: se o docente só dá aula, sem produção própria, não podemos superar o instrucionismo dominante na escola e na universidade (Demo, 2009)¹⁴. Para que o aluno aprenda a produzir conhecimento, antes precisamos resolver a questão do professor, redefinindo-o por sua autoria.

* PhD em Sociologia pela Universidade de Saarbrücken, Alemanha, 1967-1971, e pós-doutor pela University of California at Los Angeles (UCLA), 1999-2000. Prof. titular da Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Sociologia (Mestrado e Doutorado em Sociologia). Site: <http://pedrodemo.sites.uol.com.br/>. E-mail: pedrodemo@uol.com.br.

Recebido para publicação em: 23/10/09.

REFERÊNCIAS TEÓRICAS

Reconstruo neste capítulo algumas referências teóricas, sucintamente, começando pela “**sociedade intensiva de co-**

nhcimento” (Duderstadt, 2003)¹⁵. Ainda que conhecimento venha frequentemente confundido com informação (Hassan, 2008)¹⁶, parece claro que em nossa sociedade a produção de conhecimento se tornou “*intensiva*”, ou seja, permeia a sociedade como um todo, sem falar no mercado (Amsden, 2009)¹⁷. No começo dos anos 90 se propalava já esta expectativa, aproximando educação e conhecimento da transformação produtiva (Cepal, 1992; Cepal/Oreale, 1992)¹⁸. Ainda que não estivesse ausente a referência à cidadania que sabe pensar, o enfoque se dirigia para a habilidade de competir no mercado. Países em desenvolvimento, como sugere Amsden, não podem confrontar-se no mercado com os desenvolvidos de peito aberto, porque desempenham aí o papel de perdedores oficiais. Não podem, igualmente, seguir as recomendações de abrir o mercado sem mais para o livre comércio, porque os primeiros que não fazem isso são os países mais ricos¹⁹. Perante desvantagens flagrantes, uma saída possível – não garantida – é recorrer a habilidades de produção própria de conhecimento inovador, confiando na capacidade das empresas e dos trabalhadores de agregar aos produtos o tom da qualidade do conhecimento criativo. Afinal, conhecimento pode ser produzido em todo lugar, dependendo, em alguma medida, da iniciativa própria. É claro que os países avançados levam grande vantagem, mas esta não pode ser premissória, porque conhecimento não é mercadoria quantificável e controlável como outras. Gente inteligente há em todo canto, pois inteligência é dom da natureza.

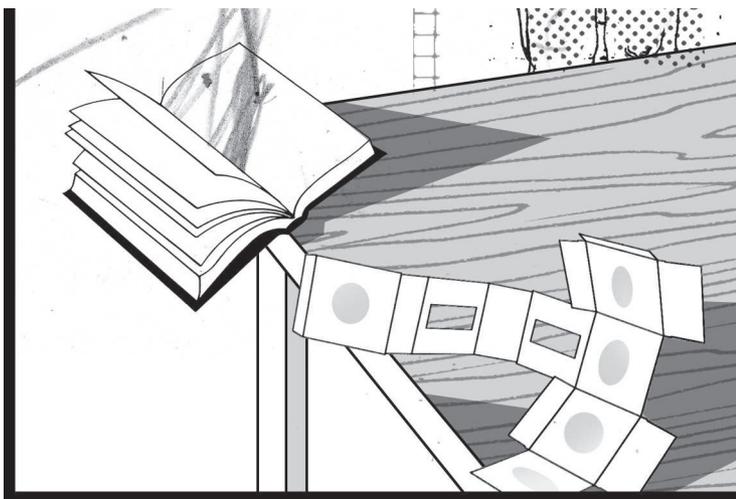
“Transferência de ciência e tecnologia” torna-se proposta relativamente suspeita, porque faz pouco sentido “transferir vantagens” num ambiente de mercado darwiniano. Nem adianta muito “comprar plataformas tecnológicas”, porque dificilmente se consegue ir além da condição de mero usuário. Importante é começar a produzir conhecimento próprio, ainda que devagar e sempre, instalando no próprio país condições mínimas de autonomia. É comum e promissor o intercâmbio internacional de cientistas e pesquisadores, mas esta permuta não pode encobrir a disputa por oportunidades e que está no centro hoje (sempre foi assim, na verdade) (Burke, 2003)²⁰ da produção de conhecimento inovador. Foi comum em muitos países asiáticos “copiar tecnologia” sem mais, mas descobriu-se logo que isto

não traria propriamente vantagem. Era imprescindível ocupar espaço próprio, visualizando-se a produção de conhecimento como estratégia mais decisiva para esta disputa acirrada.

Braço forte dessa vantagem nos países desenvolvidos são as “**universidades de pesquisa**”. São instituições que se destinam a produzir conhecimento inovador e, neste mesmo processo, a formar os estudantes de sorte que também se tornem produtores de conhecimento. Num sentido bem ostensivo, os estudantes vão para a universidade, não para escutar aula e fazer prova, mas para estudar, pesquisar, elaborar, produzir conhecimento, e nisto, formando-se com muito maior profundidade. Consentâneo a esta ideia está o perfil do professor, não definido como ministrador de aula (repassador de conhecimento), mas como autor capaz: *só pode dar aula quem tem produção própria*. Em países em desenvolvimento, como regra, o modelo universitário é instrucionista, girando em torno do ensino apenas. Professores que não produzem conhecimento “ensinam” aos alunos a como não produzir conhecimento. Abusa-se de “apostilas”, ou seja, de textos oficiais reproduzidos em penca, alinhando as instituições, professores e alunos. Ainda que existam esforços meritórios para empurrar os professores para a atividade de pesquisa (destaque maior detém o CNPq, com programas de bolsa para professores pesquisadores, ao lado do Pibic, programa de iniciação científica para estudantes) (Calazans, 1999)²¹, a regra ainda é a docência reprodutiva fincada na transmissão de conteúdos.

Com isso, não se instala em tais instituições ambiente de estudo e pesquisa, em grande parte porque o professorado não pesquisa e elabora. Apenas dá aula. Autoria não é critério importante. Basta título ou designação. Muitas vezes alega-se que as universidades não podem pesquisar porque seria atividade cara, superior, elitista, sem se alertar que pesquisa não significa apenas produção elitista de conhecimento, mas principalmente procedimento dos mais exitosos de boa aprendizagem (Demo, 1996)²². Pesquisa é princípio científico, mas igualmente princípio educativo. Autoria não é marca apenas do pesquisador supremo, mas de todos os docentes que produzem textos próprios, reconstroem conhecimento com alguma originalidade, aprendem a escudar-se na autoridade do argumento, não no argumento de autoridade. O aluno não está condenado a copiar coisa copiada. Pode também, dentro de suas limitações naturais, exercitar textos científicos, com o objetivo de tornar-se capaz de produção própria, o que lhe permite continuar aprendendo e se atualizando a vida toda. Uma coisa é absorver conteúdos, outra, bem diferente, é reconstruí-los, investindo neste processo alguma originalidade. Seguimos, entre nós, o modelo ibérico de universidade: verbosa, instrucionista, bacharelesca, beletrista, retórica, conduzida por professores que, em geral, não produzindo nada, dão aula... Na prática é o plágio dos plágios, muito mais grave que o plágio dos estudantes na internet!

Um dos resultados mais catastróficos dessa imperícia é a **formação malfeita de nossos formadores**: os docentes básicos não se entendem como autores, mas como simples transmissores de conteúdos, feitos através de aulas



copiadas para serem copiadas. Instala-se, como procedimento regular, a apostila, um livro-texto por vezes bem feito, mas oficializado como teoria compulsória. Em vez de conhecimento aberto para abrir as cabeças, oferece-se um pacote fechado que alinha escolas, professores e alunos, de modo reprodutivo tacanho. Evitam-se, assim, estudo, pesquisa, elaboração em nome de propostas enrijecidas e, na prática, imbecilizantes. Como se propõe em ambientes ditos pós-modernos, teorias não se adotam, se usam. Quem “adota” teorias torna-se caudatário dela, sucursal, porta-voz. Saber usar implica reconstruir as teorias de maneira incessante, no sentido de estudar autores para se tornar autor (Demo, 2008)²³, visando sempre à autoria própria. A consequência mais deletéria são formadores malformados que, não sabendo aprender bem, não conseguem que seus alunos aprendam bem. Não se trata de culpa dos docentes, mas de decorrência da perversidade de um sistema voltado para o instrucionismo. Faz parte deste imbróglio igualmente a desvalorização profissional, encardida na história do país que, até hoje, não reconhece seu papel estratégico. Sempre volta à tona que professores poderiam estar ganhando em excesso dentro do contexto do mercado (Ioschpe, 2004; Souza, 2004)²⁴, uma posição agressivamente contraditória, porquanto em geral se reconhece que educação seria referência fundamental para a melhoria salarial. Ainda que esta discussão se faça em ambiente positivista curto, reduzindo educação a “anos de estudo” ou a “séries concluídas” (é bem possível ter um monte de anos de estudo e não ter saído dos primeiros anos, ou ter completado o ensino fundamental sem saber muita coisa), não cabe valorizar educação de modo economicista e logo postular que professores ganham o que merecem no contexto do mercado.

Teoricamente falando, educação científica se apóia, primordialmente, na expectativa da sociedade intensiva de conhecimento, reconhecendo que a produção de conhecimento inovador se tornou, tanto mais, o divisor de águas em termos de oportunidades de desenvolvimento (Castells, 1997; Duderstadt, 2003)²⁵. Esta percepção já se havia instalado razoavelmente no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 1990/2009)²⁶, desde os inícios da década dos 90, e que, por sinal, privilegia a noção de “*oportunidade*” como fulcro do desenvolvimento. Como alega Amsden (2009)²⁷, esta noção tem a vantagem de não se fechar no contexto do mercado, cuja competitividade é destrutiva tendencialmente, abrindo um leque possível (não automático) de perspectivas também para países atrasados. Depende, em parte, da iniciativa de tais países investir na produção própria de conhecimento, tornando educação referência fundamental para o desenvolvimento, desde que detenha qualidade inequívoca. Esta qualidade (Demo, 2009a)²⁸ implica ambientes de aprendizagem bem feita, ostensivamente contrários ao instrucionismo vigente, começando sempre pela qualidade docente. Ainda que seja muito mais complicado produzir conhecimento inovador em contextos atrasados, é viável começar do começo, com escolas devotadas a práticas reconstrutivas de conhecimento e puxadas por professores autores. Esta perspectiva tornou-se tanto mais evidente em ambientes virtuais de aprendizagem (Mason; Rennie, 2008)²⁹, nos quais (chamados comumente de web 2.0)

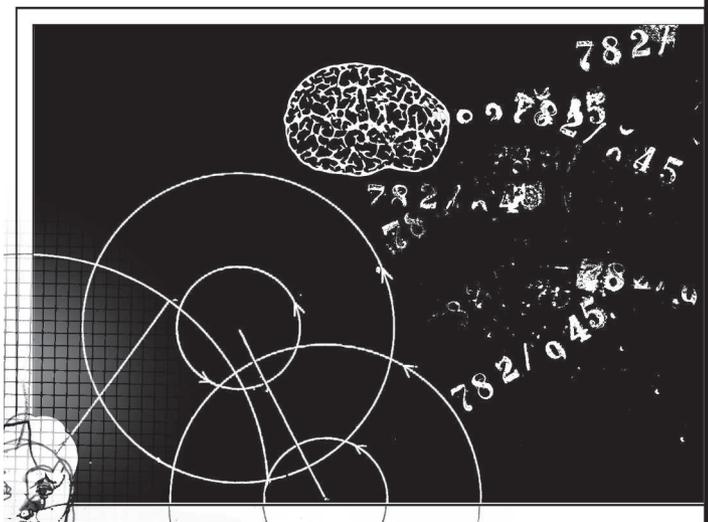


*educação científica se apóia,
primordialmente, na expectativa da
sociedade intensiva de conhecimento,
reconhecendo que a produção de
conhecimento inovador se tornou,
tanto mais, o divisor de águas
em termos de oportunidades de
desenvolvimento*

(Demo, 2009)³⁰ os participantes são motivados a produzir seus textos próprios, como ocorre na wikipedia e blogs. Ainda que a internet seja o espaço privilegiado do plágio, contém também este tipo de potencialidade, desde que se eduquem os alunos a pesquisarem na internet.

“CONHECIMENTO CIENTÍFICO”

Educação científica é, naturalmente, tributo ao conhecimento dito científico. Conhecimento científico, ainda que seja, aparentemente, a grande obviedade por trás desta discussão, está longe de ser noção consensual e tranquila. Existe, por certo, algum ou suficiente consenso entre os cientistas em torno do conhecimento científico, como se pode observar na universidade, em especial em defesas de dissertações/teses ao serem questionadas/aprovadas. Em geral, considera-se ciência como “questão de método”: um texto metodologicamente correto, conforme as expectativas do método científico. Método científico realça modos ordenados, lineares, procedimentais e formais de construção de texto, como são todas as teorias: oferecem um modelo reduzido da realidade complexa não linear, ressaltando os traços considerados hipoteticamente mais essenciais, em uma tessitura formalizada (“ordem do discurso”) (Foucault, 2000)³¹. Esta perspectiva privilegia ostensivamente componentes formalizáveis da realidade por caberem melhor no método, algo questionado por críticos modernos e sobretudo pós-modernos, como Morin, sob a noção de “ditadura do método” (1995; 1996; 2002)³². Componentes formalizáveis facilmente levantam a pretensão de *universalidade* (leis da realidade), reclamando foros de verdades peremptórias: tomam-se as formas – matemática, lógica, códigos, gramática... – como essência da realidade, ignorando-se sua historicidade e politicidade. Formas parecem ser universais – não há uma matemática para cada cultura –, mas a existência é sempre datada



e localizada. Uma coisa era a matemática que Einstein usava – a mesma de todos –, outra coisa era o próprio Einstein, um ser com prazo de validade, datado e localizado.

Continua candente a discussão sobre os procedimentos formalizantes do método científico. Num lado aparecem os “positivistas”, que supõem a realidade como entidade estática, completa, codificada analiticamente, de sorte que seria possível dar conta dela até ao fim numa “teoria final” (ou teoria de tudo) (Gribbin, 1998; Barrow, 1994)³³. Aposta-se no método analítico que, decompondo a realidade parte por parte, do mais complicado ao mais simples, chegaria, ao final, a um nível ontologicamente simples e epistemologicamente simples: realidade simples explicada de maneira simples. Tais procedimentos se tornaram “paradigmáticos” nas ciências exatas e naturais (Kuhn, 1975)³⁴, em especial na “tabela atômica”: ao fundo da realidade haveria um código simples, limitado, ordenado, tal qual o genoma ou a plataforma digital (Berlinski, 2000)³⁵. O caráter reducionista das teorias não é mais visto como problema maior, porque qualquer esforço de teorização é naturalmente reducionista: não contempla a realidade toda, mas traços considerados hipoteticamente mais relevantes (Haack, 2003; Giere, 1999)³⁶. Chega-se a falar em “fim da ciência” (Horgan, 1997)³⁷, alegando-se que já haveria pouco para ainda descobrir frente à capacidade científica de devassar por completo a natureza (Barrow, 1998)³⁸.

Noutro lado aparecem modulações alternativas, também dentro das ciências exatas e naturais (Prigogine, 1996; Prigogine; Stengers, 1997; Medawar, 2005)³⁹. A mais estrondosa foi, certamente, a formulação do *teorema da incompletude* de Gödel, na década dos 30 do século passado, mostrando que a matemática também não poderia ser formalizada até ao fim, ao conter proposições não decidíveis no próprio sistema (Alesso; Smith, 2009; Hillis, 1998; Perkwitz, 2004; Coveney; Highfield, 1995; Ulanowicz, 2009)⁴⁰.

Todos os sistemas de conhecimento humano baseiam-se em certos princípios. Estes podem ser considerados as posturas iniciais de qualquer pesquisa ou pontos de partida do raciocínio e pensamento humanos. Aristóteles disse: “*Os primeiros princípios*

têm que ser aceitos, todos os demais têm que ser justificados.” Como norma, em qualquer teoria há algumas declarações iniciais, ou princípios, e a seguir, descendo, constrói-se todo um sistema de conhecimento teórico. Os princípios são os que fazem as teorias científicas essencialmente abertas. Gödel descobriu este fato fundamental para os teoremas matemáticos. Demonstrou que, para a maioria dos conjuntos de axiomas, há teoremas verdadeiros que não podem ser deduzidos. Em outras palavras, são, por assim dizer, verdades aleatórias (Knyazeva, 2003)⁴¹.

Como expressa Kubrusly (2003), a lógica não se move sem paradoxos, porque “*a liberdade interpretativa empresta um delicioso sabor de trapaça a qualquer verdade enunciada*”⁴².

Gödel mostra com seus teoremas que a aparição de paradoxos na matemática é inevitável. Para manter a consistência desejada temos de expulsá-los do sistema, não com a autoridade policial, mas com a humildade intelectual de reconhecer as próprias limitações de um sistema que não saberá julgar se verdadeiras ou falsas as afirmações veiculadas nos paradoxos. Estes se tornarão indecidíveis e serão responsáveis pela consistência do sistema matemático. O preço de consistência é a existência de indecidíveis. A afirmação indecidível no sistema matemático não pode ser avaliada como falsa ou verdadeira dentro do próprio sistema, mas só por um “agente exterior”⁴³.

De fato, em particular nas ciências humanas, sempre se alegou que a linguagem é intrinsecamente ambivalente, porosa, maleável, por mais que de todas existam “gramáticas”. Estas expressam o lado ordenado, regular, repetitivo, mas exceções fazem parte da regra: não são vícios, defeitos, mas característica. Esta discussão ganha novos contornos no mundo virtual, onde se reconhece que os códigos digitais, ainda que “exatos”, sempre deixam brechas naturais, por onde passam, por exemplo, os *hackers* (Galloway; Thacker, 2007)⁴⁴. Algo similar se diz do genoma e da estrutura genética similares: não são “perfeitas”, apesar de sua aparente capacidade de “reprodução”. Neste sentido admite-se, desde sempre, que lógica detém círculos viciosos naturais, como é a incapacidade de definir um termo definitivamente, já que, ao definir um termo, usamos outros ainda não definidos, algo que a hermenêutica sempre proclamou (Foucault, 2004; Gadamer, 1997)⁴⁵. A lógica é naturalmente “difusa” (Kosko, 1999)⁴⁶, porque não há sistema que possa ser absolutamente fechado. Por esta porta entrou a tese altissonante de Harding (1998; 2004; 2006)⁴⁷ da “ciência multicultural”. Santos prefere o termo “interculturalidade” (Santos, 2009; Santos; Meneses, 2009)⁴⁸, para acentuar que os mundos da linguagem se permeiam, não apenas se justapõem. Tem particular interesse sua tese do desperdício da experiência humana, à medida que a cultura científica eurocêntrica, marcadamente colonialista, expeliu outros modos de saber, considerados inferiores/impróprios (Santos, 2004)⁴⁹.

A tese de Harding, recebida por cientistas duros como agressividade descabida (Brockman, 2003)⁵⁰, por conta do feminismo exaltado contrário ao machismo no mundo da ciência, pode fazer certa injustiça às formalizações metódicas, já que estas podem pretender alguma universalidade. Seria bisonho postular uma

lógica masculina e outra feminina, a não ser no plano cultural da existência. Neste sim, as formas ganham concretude, e passam a ser datadas e localizadas. Não se pode esquecer do êxito formidável da versão positivista da ciência: mesmo tendenciosa e seletiva – pinça na realidade o que pode ser formalizado metodologicamente – produziu as tecnologias, troféu maior do eurocentrismo. As tecnologias são lineares, tipicamente analíticas (feitas de partes reversíveis), e nisto confiáveis: nada é mais confiável do que aquilo que apenas se repete. Ninguém viajaria num avião que “resolvesse” inventar moda. As formas são estruturas reprodutivas, ainda que nada se reproduza exatamente: na natureza e na história tudo é similar e diferente. No mundo virtual não há código que um bom hacker não possa quebrar...

Com este excursus quero apenas dizer que conhecimento científico também padece de “versões” mais ou menos incisivas. Noções de verdade universal estão abaladas, não só porque toda verdade tem dono, mas principalmente porque não passa de “pretensão de validade”, como diria Habermas (1989)⁵¹. Em tom mais pós-moderno, conhecimento científico admite como critério mais expressivo de cientificidade sua “**discutibilidade**” (Demo, 1995; 2000)⁵², ou seja, não a capacidade de fundamentação definitiva em formalizações irrecusáveis, mas a maleabilidade da desconstrução/reconstrução sem fim de suas hipóteses de trabalho (tese do fundamento sem fundo) (Demo, 2008b)⁵³. Em vez de apostar na capacidade de devassar a realidade até ao final (Demo, 2002)⁵⁴, preferimos reconhecer que não é viável dar conta completamente da realidade tão complexa e não linear que não cabe à perfeição em esquemas mentais reducionistas. Não trabalhamos, nunca, a realidade toda, mas recortes hipotéticos, como sugeria Popper (1959)⁵⁵. Por isso, os resultados científicos permanecem “falsificáveis” – podem no máximo ser provisoriamente “corroborados”, mas não “verificados” definitivamente (Popper, 1967)⁵⁶. Na versão dialética desta proposta aparece a noção de discutibilidade da ciência, no sentido de um tipo de conhecimento formulado com base na autoridade do argumento, não do argumento de autoridade (Demo, 2005)⁵⁷. Discutível significa, aqui, digno de ser discutido, tão bem feito formalmente que merece ser levado em conta. Na versão positivista aparecem facilmente laivos colonialistas, a começar pela prepotência eurocêntrica, o que implica conotações claramente deseducativas.

Corresponde este laivo à incoerência metodológica amplamente praticada no positivismo. Advindo, ao fim da Idade Média, o “modernismo”, cujo carro-chefe sempre foi a ciência, desfez-se o argumento de autoridade, porque não é argumento; é autoridade. Lembre-se da célebre batalha entre cientistas e o Papa: se é a Terra que gira em torno do Sol ou o contrário, não é o Papa quem decide, mas a pesquisa científica. E assim foi, mesmo a contragosto do Papa. Entretanto, esta descoberta sensacional tomou direção única, repercutindo aí seu laivo no fundo religioso (Feyerabend, 1977)⁵⁸: enquanto a tudo questionou e derrubou todas as “autoridades”, fez-se autoridade inconcussa, ou seja, praticou uma crítica sem devida autocrítica (Demo, 2009b)⁵⁹. Em parte, o que o pós-modernismo reclama é apenas uma ciência autocrítica capaz de reconhecer seus limites, virtudes e políti-

dades, pretensões e arrogâncias. Manter-se “discutível” torna-se, então, prerrogativa saudável, porque mantém a ciência com os pés no chão. A tradição da crítica sem autocrítica é flagrante na cultura eurocêntrica, inclusive na Escola de Frankfurt (Darder, Baltodano, Torres, (Eds.) 2009)⁶⁰, correspondendo ao espírito modernista que sempre se viu sem peias.

Não estou sugerindo que o pós-modernismo, por preferir posturas autocríticas, seja “superior” ou intocável. Longe disso, até porque é um “saco de gatos”. Tem apenas a vantagem de propor horizontes mais maleáveis, ainda que não menos exigentes em termos metodológicos. Método é procedimento instrumental, não pode sobrepor-se à realidade. Ciência que não admite ser discutida nisto mesmo deixa de ser ciência, pois já é dogma. Método não produz proposições seguras, mas mais facilmente controláveis e discutíveis. É sempre um problema aceitar “validades relativas”, pois, na tradição modernista “religiosa”, verdade é algo definitivo, final. Ignora-se que, na natureza e na história, não encontramos tais verdades, a não ser em procedimentos formalizados. Confunde-se forma com existência.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Por conta da discussão acima, educação científica, por sua vez, não é algo facilmente consensual, por mais que cresça o consenso em torno de sua importância curricular. Este consenso, entretanto, se alimenta mais da constatação do baixo desempenho dos alunos na escola, em especial em matemática (Demo, 2004)⁶¹, do que da convicção formada de que o desenvolvimento científico seja decisivo para o futuro do país. Disto decorre a tendência a tomar educação científica como promoção de eventos, campanhas, solenidades, iniciativas tipicamente eventuais e que se bastam com realces, acentuações e acenos. Para superar esta maneira de ver, é fundamental tomar educação científica como parte da **formação do aluno**. Isto não precisa desconhecer a pressão externa em favor desta ideia e que provém da necessidade inelutável de se preparar melhor para a sociedade intensiva de conhecimento, em geral reduzida a apelos do mercado competitivo globalizado. Como parte da formação do aluno, esta noção comparece nas melhores teorias da aprendizagem, a começar

*As tecnologias são lineares,
tipicamente analíticas (feitas de
partes reversíveis), e nisto confiáveis:
nada é mais confiável do que aquilo
que apenas se repete.*

De certa forma, paira ao fundo o espectro de uma discriminação marcante: num lado estão países que conseguem produzir conhecimento próprio inovador; noutro os que não são capazes e permanecem copiando reprodutivamente.

pelo construtivismo, no qual aprendizagem se dá pela desestruturação de esquemas mentais estabilizados frente a dinâmicas que se interpõem e não podem mais ser tratadas como antes. Novas hipóteses de estruturação se fazem necessárias, levando a estágios mais elevados de elaboração, e assim sucessivamente (Grossi, 2004)⁶².

Neste tipo de perspectiva, hoje amplamente adotado nos ambientes virtuais de aprendizagem (Gee, 2003; 2007)⁶³, o processo formativo ocorre conjuntamente com o processo de construção de conhecimento, uma noção que se tornou conhecida entre nós como “**educar pela pesquisa**” (Demo, 1996; Galiazzi, 2003)⁶⁴: educar pesquisando, pesquisar educando. Significa que a formação científica não pode ser visualizada como interferência externa eventual, mas como dinâmica intrínseca do próprio processo formativo. Outra maneira de colocar seria acentuar os aspectos formativos do exercício bem feito da “autoridade do argumento”, motivando a construção da autoria e autonomia (Demo, 2005)⁶⁵. Em geral, vemos pesquisa como iniciativa metodológica e própria de figuras dotadas de *expertise* elevada e envoltas em ambientes neutros/objetivos, de gosto positivista. Pesquisa como modo de produzir conhecimento é referência substancial. Não se trata de colocar reparos nisso. Trata-se de vincular esta atividade àquela da formação discente, de tal forma que o processo formativo se gere no próprio processo de construção do conhecimento. Quando o aluno aprende a lidar com método, a planejar e a executar pesquisa, a argumentar e a contra-argumentar, a fundamentar com a autoridade do argumento, não está só “fazendo ciência”, está igualmente construindo a cidadania que sabe pensar. Esta visão teria ainda a vantagem de procurar alguma distância frente às expectativas do mercado que, invariavelmente, não leva em conta o desafio da formação cidadã. Para o mercado, educação científica se reduz a estratégia de competitividade globalizada. Esta perspectiva permanece importante, porque seria tolo ignorar o mercado. Mas não se pode esquecer que estamos falando de “educação científica”, ou seja, de um processo educativo.

Em termos práticos, educação científica aponta para a necessidade urgente de recuperar nosso atraso na esfera das ciências e

que aparece em inúmeras dimensões: falta de professores básicos em matemática e ciências; licenciaturas consideradas ineptas e obsoletas; desempenho mais que pífio dos alunos nessas áreas; afastamento e despreço comum dos pedagogos frente à matemática e às ciências; atraso lancinante da pedagogia nesta parte, sem falar no desconhecimento dos desafios virtuais (Demo, 2009)⁶⁶. Este argumento também é importante, porque leva em conta os desafios da hora: para dar conta da sociedade intensiva de conhecimento é imprescindível dotar-se das “habilidades do século XXI”, entre elas lidar bem com conhecimento científico. Retomando uma ideia de Santos (1995)⁶⁷, conhecimento científico está se tornando “senso comum”, por mais que isto possa ser uma proposta colonizadora. No entanto, a referência mais direta é sempre o **desafio das oportunidades de desenvolvimento**. Como alega Amsden (2009)⁶⁸, tais oportunidades dependem, crescentemente, da capacidade de produção de conhecimento inovador, dentro da crença de que “pessoas educadas e suas ideias” são a riqueza das nações (Duderstadt, 2003)⁶⁹. Esta perspectiva pode reduzir-se a pressões do mercado, mas pode igualmente aproveitar-se de dinâmicas reconhecidas de aprendizagem de estilo autopoietico, orientadas para a construção de autoria e autonomia.

De certa forma, paira ao fundo o espectro de uma discriminação marcante: num lado estão países que conseguem produzir conhecimento próprio inovador; noutro os que não são capazes e permanecem copiando reprodutivamente. Ou, como se diz: no Primeiro Mundo se pesquisa; no Terceiro Mundo se dá aula! Educação científica soa, então, como apelo – já um tanto desesperado – aos brios nacionais para colocar o país entre os desenvolvidos. Os riscos desta visão são a pressa e o simplismo. Primeiro, não se retira um atraso desta ordem com propostas eventuais, ordens e legislações, comemorações e “dia da ciência e tecnologia”, porque o problema é estrutural, ou seja, de “formação” docente e discente. Seria o mesmo equívoco de querer “comprar” plataformas tecnológicas de países avançados, imaginando que, transferindo o parque físico, teríamos já o domínio tecnológico próprio. Segundo, é simplista a expectativa de que apelos produzam tamanho efeito, encobrendo-se facilmente questões estruturais da maior gravidade como são estilos instrucionistas tradicionais escolares e universitários. Por isso, educação científica não implica dar mais aula de ciências, até porque “dar mais aula” dificilmente aprimora a aprendizagem: apenas intensifica a reprodução de conteúdos. Implica outro modo de formação docente e discente.

Há países que cuidam disso de maneira mais assídua, não através de iniciativas eventuais e apelativas, mas através de processos formativos intensamente monitorados e qualitativos. A ideia mais apropriada é, acima de tudo, cuidar que os alunos aprendam bem na escola. Dentro deste “aprender bem” (Demo, 2009c)⁷⁰ comparecem ciências e matemática naturalmente. Isto não impede que, circunstancialmente, se dê atenção redobrada às ciências, desde que se tenha a autocritica suficiente para reconhecer que se trata muito mais de recuperar o atraso do que de intensificar aprendizagens já bem feitas. Fazer melhor o que já se faz bem é uma coisa. Outra coisa é correr, em geral

tropeçando, para alcançar níveis que estão a léguas à nossa frente. Neste sentido, educação científica implica reconstruir toda nossa proposta de educação básica, não só para realçar os desafios da preparação científica para a vida e para o mercado, mas principalmente para implantar processos de aprendizagem minimamente efetivos.

Tais processos de aprendizagem repercutem em termos de aprimoramento da **qualidade de vida** dos alunos e da respectiva sociedade, muito além das expectativas e pressões do mercado. “Impregnar” a vida com ciência e tecnologia pode ter um sentido adequado, desde que seja resultado de aprendizagens orientadas por autoria e autonomia. De um lado, já é um fato irrecusável, crescente, definitivo: vivemos numa sociedade intensiva de conhecimento. De outro, cabe sempre questionar esta sociedade, para que não nos insiramos nela como meros consumidores, beneficiários ou usuários. É fundamental levar em conta o que se entende por “ciência”, já que é espada de dois gumes, altamente ambígua: pode tanto libertar quanto colonizar. Em termos de qualidade de vida, uma das referências mais importantes é a cidadania que sabe pensar, ou seja, que não só aprecia ciência e tecnologia, mas que principalmente sabe construir e usar ciência e tecnologia para fins sociais éticos e cidadãos. Em termos práticos, educação científica significa saber lidar com a impregnação científica da sociedade para aprimorar as oportunidades de desenvolvimento, tais como:

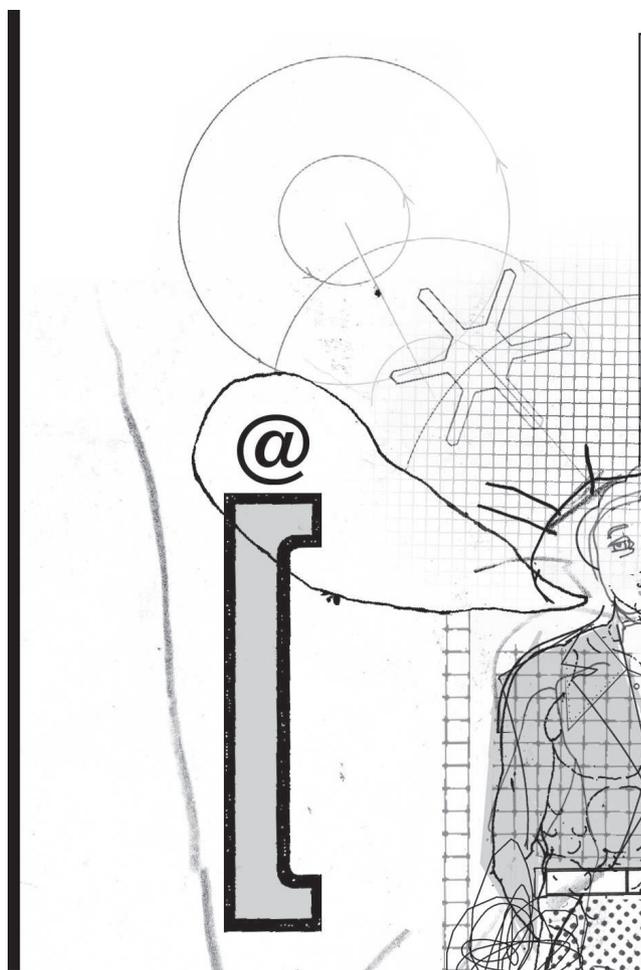
Aproveitar os conhecimentos científicos que possam elevar a qualidade de vida, por exemplo, em saúde, alimentação, habitação, saneamento etc., tornando tais conhecimentos oportunidades fundamentais para estilos de vida mais dignos, confiáveis e compartilhados;

Aproveitar chances de formação mais densa em áreas científicas e tecnológicas, como ofertas de ensino médio técnico, frequência em cursos de universidades técnicas, participação crescente em propostas de formação permanente técnica, em especial virtuais;

Universalizar o acesso a tais conhecimentos, de modo que todos os alunos possam ter sua chance, mesmo aqueles que não se sintam tão vocacionados; é propósito decisivo elevar na população o interesse por ciência e tecnologia, em especial insistir na importância do estudo e da pesquisa;

Tomar a sério a inclusão digital, cada vez mais o centro da inclusão social (Demo, 2005a)⁷¹, evitando reduzi-la a meros eventos e opções esporádicas e focando-a no próprio processo de aprendizagem dos alunos e professores; ainda que o acesso a computador e internet não tenha efeitos necessários/automáticos, pode significar oportunidade fundamental para “impregnar” a vida das pessoas com procedimentos científicos e tecnológicos;

Trabalhar com afinco a questão ambiental, precisamente por conta de seu contexto ambíguo: de um lado, a degradação ambiental tem como uma de suas origens o mau uso das tecnologias (por exemplo, o abuso dos agrotóxicos); de outro, o bom uso de ciência e tecnologia poderia ser iniciativa importante para termos a natureza como parceira imprescindível e decisiva da qualidade de vida.



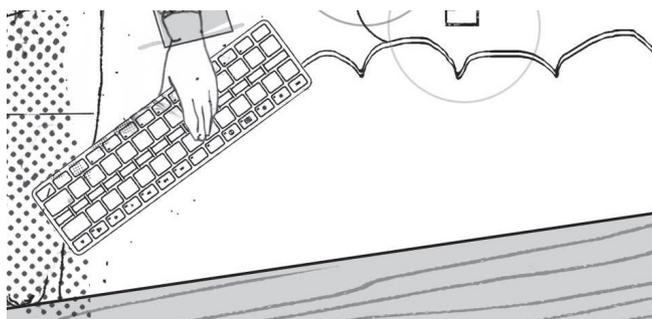
De tudo, parece-me mais relevante tentar construir no país ambientes mais produtivos e sistemáticos de estudo e pesquisa, algo que ainda está muito distante, por conta de nossas tradições e vícios instrucionistas (Demo, 2008; 2009)⁷². Enquanto algumas sociedades capricham fortemente na formação dos filhos, fazendo do lar um laboratório de estudo (exemplo sempre citado são as famílias judaicas) (Plaut, 1962)⁷³, entre nós persiste ainda a noção medieval de “deveres de casa”, em geral voltados para reproduções simplórias. Em parte, a própria noção de Escola de Tempo Integral pode padecer deste simplismo: como ninguém estuda em casa, o jeito é esticar o tempo da escola, ainda que, muito sarcasticamente, se preencha este tempo com “mais aula”? Este atraso é altamente comprometedor, porque banaliza qualquer proposta em termos instrucionistas. Exemplo negativo dos mais imbecilizantes é a adoção nacional de apostilas, através das quais se alinham redes de escolas, inúmeros professores e uma infinidade de alunos a textos já prontos, cujo sentido é reproduzi-los. Não se consegue ainda perceber que conhecimento reproduzido não tem nada a ver com sociedade intensiva de conhecimento. Seria tosco imaginar que educação científica signifique, em termos práticos, inundar escolas de apostilas “científicas”. O país precisa aprender a estudar e a pesquisar.

ALGUMAS CONDIÇÕES

Para que educação científica tenha devido impacto estrutural, a condição primeira é reconstruir **outras estratégias de aprendizagem** que não sejam instrucionistas e reprodutivas. Ciência não combina em nada com tais posturas. Conhecimento reproduzido é mera informação, e esta reprodução, se fosse o caso, é mais jeitosamente feita por estratégias virtuais. Vale ainda lembrar que conhecimento reproduzido é plágio. Em vez de acentuar a aula como referência central de ensino e aprendizagem, é imprescindível valorizar pesquisa e elaboração, autoria e autonomia, atividades que naturalmente desembocam na “construção de conhecimento”. Ao mesmo tempo, é fundamental unir qualidade formal e política. De um lado, é essencial saber construir conhecimento metodologicamente adequado, discutir metodologia científica, construir textos formalmente corretos, aprender a fundamentar e a argumentar. De outro, é decisivo saber o que fazer com conhecimento, saber pensar e intervir, propor alternativas, fazer-se sujeito de história própria, individual e coletiva. Pesquisa começa na infância, não no mestrado!

Entre nós existe entendimento canhestro de estratégias de aprendizagem, em parte vinculado a sofisticações teóricas que grande parte dos professores sequer domina (por exemplo, muitos dos que se dizem construtivistas não saberiam dar conta deste legado teórico minimamente), em parte reduzido à multiplicação de aulas instrucionistas, em parte perdido em querelas teóricas inócuas (como dos ciclos, progressão automática, pedagogias críticas que só dão aula), em parte maculado em pedagogias muito incipientes, como as do atrelamento a apostilas (Demo, 2009)⁷⁴. Aprender bem não é enigma. Exige pesquisa, elaboração, produção própria sob orientação, e isto está em todas as teorias importantes de aprendizagem. Qualidade docente é aí mais que essencial.

A segunda condição é, então, **refazer a proposta de formação docente**. Hoje o sistema está marcado pela má formação dos formadores em proporções alarmantes, seja nas licenciaturas, seja nas pedagogias. Nesta parte, problema candente está nas instituições universitárias, onde se inventam nossos professores básicos. Na prática saem de lá à imagem e semelhança dos professores universitários: não sendo estes autores – dão aula sonsamente sem mínima produção própria – não conseguem formar professores autores. Continua a aula como componente central da docência, à revelia de todas as teorias da aprendizagem e de todas as práticas exitosas. No entanto, é fundamental não empurrar para os ombros dos docentes qualquer “culpa”, porque são “vítimas” flagrantes



deste sistema (Demo, 2007)⁷⁵. Há, na prática, tudo por fazer: refazer por completo as licenciaturas (antes formação completa no bacharelato, depois pelo menos três anos de formação específica pedagógica), rever radicalmente as pedagogias (devem tornar-se pedagógica e tecnologicamente corretas) (Demo, 2009)⁷⁶, implantar nos cursos procedimentos adequados de aprendizagem, em especial “educar pela pesquisa” (Demo, 1996)⁷⁷. Um dos resultados mais importantes é retirar a docência básica do rol de profissões secundárias ou decadentes, colocando-a como serviço estratégico na sociedade intensiva de conhecimento (professor é o profissional dos profissionais), tendo como decorrência crucial valorização socioeconômica contundente.

Fundamental é superar o déficit nacional de professores de matemática e ciências, não só porque incompatível com qualquer decência escolar, mas principalmente porque tais profissionais se tornam, cada dia mais, emblemáticos. O próprio déficit revela, ostensivamente, o desapeço nacional por ciência e tecnologia, sem falar que pouca gente se decide a enfrentar este tipo mais exigente de formação frente à desvalorização socioeconômica. Mudança fundamental no perfil docente é a prioridade da **autoria**: o que define o professor não é aula, instrução, ensino, mas autoria, não só porque isto faz parte da aprendizagem bem feita, mas igualmente porque, se queremos alunos autores, há, antes, que ter professores autores. Grande parte de nossos professores não é capaz de produzir textos próprios – aí entra a apostila! – reproduzindo em aula esta mesma miséria nos alunos. Não há docência sem pesquisa, ainda que pesquisa não resulte mecanicamente em boa docência. Depende sempre de como se encara docência: se é reduzida a “dar aula” instrucionista, pesquisa é ociosa. Se, porém, aula é entendida como apoio supletivo à pesquisa no sentido da formação aprofundada e da produção de conhecimento, pesquisa é, sim, fundamento docente e discente.

A terceira condição é a **transformação da escola em laboratório de pesquisa e produção de conhecimento**, ou em “comunidades profissionais de aprendizagem” orientadas pelos desafios da sociedade intensiva de conhecimento (Dufour; Eaker, 1998; Huffman; Hipp, 2003)⁷⁸. Esta expectativa soa distante e mesmo estranha, tamanho é o instrucionismo escolar. Primeiro, grande parte dos professores tem dificuldade visível para entender-se como pesquisadores, já que, em sua formação, isto faltou por completo. “Adotam” manual, apostila alinhadamente. Reproduzem conhecimento disponível como função sua eterna. Segundo, torna-se tanto mais exótico imaginar um aluno pesquisador, já que se espera dele que escute aula, tome nota e reproduza na prova, dia após dia. Leitura, por exemplo, ainda não é parte da aprendizagem. Comparece como atividade especial, opcional, esporádica (o mau uso da internet tem sua parte aqui). Assim, produzir conhecimento parece algo etéreo, por vezes até solenemente declamado, mas completamente fora da vida docente e discente. Encontramos, então, aqui desafio descomunal: as escolas não são locais da ciência e da tecnologia; são da aula instrucionista. No entanto, o desafio maior não é propriamente a escola. É o professor. Quem faz da escola um laboratório científico é o professor que sabe produzir ciência. A maior aposta é, pois, qualificar a docência (Demo, 2007)⁷⁹.

A quarta condição e que é, no fundo, a razão maior de ser da educação científica, é **transformar os alunos em pesquisadores**. Alguma coisa está acontecendo no mundo virtual, por mais que tudo seja sempre tão ambíguo. Se olharmos a wikipedia, para a qual todos podem editar textos (ainda que com regras crescentes) (Lih, 2009)⁸⁰, ela contribui significativamente para aprimorar nos participantes procedimentos científicos, desde os mais formais (como se formata um texto) até os essenciais (como se faz um texto crítico e criativo). Plataformas da web 2.0 motivam os participantes a produzirem seus textos, a comentarem, a discutirem online (Demo, 2009)⁸¹, rumo a algo similar à “esfera pública” da discussão orientada pela autoridade do argumento (O’Neil, 2009; Sunstein, 2006; Tapscott; Williams, 2007)⁸². O aluno como “cientista” pode parecer *blague*, mas significa desafio da hora. Percebe-se logo o quanto esta ideia contradita a apostila. Na apostila – assim se diz – está o conhecimento vigente atualizado. Basta ensinar. Mal se percebe que conhecimento vigente é apenas informação disponível. Conhecimento é dinâmica disruptiva, rebelde, em permanente desconstrução e reconstrução. Educação científica não significa exumar informação existente, mas reconstruir conhecimento, principalmente reconstruir continuamente a capacidade de reconstruir (aprender a aprender) (Hargreaves, 2004; Savin-Baden; Wilkie, 2006)⁸³.

Este tipo de argumentação que aqui proponho tem como inspiração fazer de educação científica um compromisso do processo de aprendizagem escolar, orientado por professores capazes de produzir conhecimento científico. Creio que a transformação mais desafiadora e efetiva é a transformação docente. Por isso dizemos que quase todas as mudanças escolares relevantes são mudanças docentes.

TERMINANDO

De pouco vale colocar vinho novo em garrafa velha... Temos tido a pretensão vã de introduzir mudanças na educação sem questionar o sistema como tal. Tais mudanças aparecem, então, como enfeite eventual. O enfeite mais comum é “aumentar aula”, à medida que não se questiona esta bendita aula. Outro enfeite é bastar-se com eventos, solenidades, dia da ciência e tecnologia, sem atinar para o fato de que o sistema como tal é totalmente avesso à noção de educação científica. O evento passa e tudo fica como antes.

Precisamos reconhecer que não só estamos muito atrasados; somos uma sociedade que se importa pouco com ciência e tecnologia. Não gostamos de estudar, pesquisar, produzir texto próprio. Preferimos apostila. Pagamos, assim, o preço do reprodutivismo tacanho e que nos mantém como país sucursal. Ciência copiada é gafe. Ciência autêntica só pode ser construída, ainda que na modéstia de quem começa do começo.

Educação científica abriga, assim, a pretensão forte de motivar um salto de qualidade nos processos escolares de aprendizagem. Em particular, pretende-se refazer, por completo, de alto a baixo, a formação docente.

**Conhecimento é dinâmica
disruptiva, rebelde, em permanente
desconstrução e reconstrução.
Educação científica não significa
exumar informação existente,
mas reconstruir conhecimento,
principalmente reconstruir
continuadamente a capacidade de
reconstruir (aprender a aprender)**

NOTAS

- 1 RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. London: Open Univ. Press, 2003; COMPAYRÉ, G. **Herbert Spencer and scientific education**. Charleston: Bibliobazaar, 2009.
- 2 BACHELARD, G. **The new scientific spirit**. Boston: Beacon Press, 1986; MACLLUM, A.B. **The scientific spirit in medicine**. Charleston: Bibliobazaar, 2009.
- 3 LESH, R. A., HAMILTON, E., KAPUT, J. J. (Eds.). 2007. **Foundations for the future in mathematics education**. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007; BIEHLER, R. *et al.* **Didactics of mathematics as a scientific discipline**. New York: Springer, 1993.
- 4 ROTH, W.-M. **Rethinking scientific literacy**. London: Routledge, 2004; AKDUR, T. E. **Scientific literacy: the development of some components of scientific literacy in basic education**. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Muller, 2009.
- 5 COIRO, J. *et al.* (Eds.) **Handbook of research on new literacies**. New York: Lawrence Erlbaum Ass., 2008.
- 6 CASTELLS, M. (Ed.). **The network society: a cross-cultural perspective**. Northampton: Edward Elgar, 2004.
- 7 AMSDEN, A. H. **A ascensão do “resto”**: os desafios ao ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: Ed. Unesp, 2009.
- 8 DUDERSTADT, James J. **A University for the 21st century**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 2003.
- 9 AMSDEN, A. H. (2009) **op. cit.**; DUDERSTADT, James J. (2003) **op. cit.**
- 10 LIH, A. **The wikipedia revolution**. New York: Hyperion, 2009.
- 11 O’NEIL, M. **Cyber chiefs: autonomy and authority in online tribes**. New York: Pluto Press, 2009.
- 12 FRIEDMAN, T.L. **O mundo é plano: uma breve história do século XXI**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

- ¹³ DEMO, P. **Metodologia para quem quer aprender**. São Paulo: Atlas, 2008.
- ¹⁴ Id. **Educação hoje**: “novas” tecnologias, pressões e oportunidades. São Paulo: Atlas, 2009.
- ¹⁵ DUDERSTADT, James J. (2003) **op. cit.**
- ¹⁶ HASSAN, R. **The information society**. Cambridge: Polity Press, 2008.
- ¹⁷ AMSDEN, A. H. (2009) **op. cit.**
- ¹⁸ CEPAL. **Equidad y transformación productiva**: un enfoque integrado. Santiago: CEPAL, 1992; Id. **Educación y conocimiento**: eje de la transformación productiva con equidad. Santiago: OREALC, 1992.
- ¹⁹ Sarcasticamente, assim se expressa Amsden: “Se o livre comércio tem tanto para recomendá-lo, por que seus adeptos são tão poucos? AMSDEN, A.H. **A ascensão do “resto”**: os desafios ao ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: Ed. Unesp, 2009. p. 327.
- ²⁰ BURKE, P. **Uma história social do conhecimento**: de Gutenberg a Diderot. Rio de Janeiro: Zahar Ed. 2003.
- ²¹ CALAZANS, J. (Org.). **Iniciação científica**: construindo o pensamento crítico. São Paulo: Cortez, 1999.
- ²² DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas(SP): Autores Associados, 1996.
- ²³ Id. (2008) **op. cit.**
- ²⁴ IOSCHPE, G. **A ignorância custa um mundo**: o valor da educação no desenvolvimento do Brasil. São Paulo: Francis, 2004; SOUZA, P. R. **A revolução gerenciada**: educação no Brasil 1995-2002. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2004.
- ²⁵ CASTELLS, M. **The rise of the network society**: the information age. **Economy, society and culture**, Oxford, Blackwell, v. 1. 1997; DUDERSTADT, James J. (2003) **op. cit.**
- ²⁶ PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 1990/2009**. New York: ONU, 1990/2009.
- ²⁷ AMSDEN, A. H. (2009) **op. cit.**
- ²⁸ DEMO, P. **Qualidade humana**. Campinas(SP): Autores Associados, 2009a.
- ²⁹ MASON, R., RENNIE, F. **E-Learning and social networking handbook**: resources for higher education. London: Routledge, 2008.
- ³⁰ DEMO, P. (2009) **op. cit.**
- ³¹ FOUCAULT, M. **A ordem do discurso**. Loyola, São Paulo, 2000.
- ³² MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995; Id. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996; Id. **La méthode — 5**. L’humanité de l’humanité. L’identité humaine. Paris: Seuil, 2002.
- ³³ GRIBBIN, J. **The search for superstrings, symmetry, and the theory of everything**. New York: Little, Brown and Company, 1998; BARROW, J. D. **Teorias de tudo**: a busca da explicação final. Rio de Janeiro: Zahar, 1994.
- ³⁴ KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1975.
- ³⁵ BERLINSKI, D. **The advent of the algorithm**: the idea that rules the world. London: Harcourt, Inc., 2000.
- ³⁶ HAACK, Susan. **Defending science within reason**: between scientism and cynicism. New York: Prometheus Books, 2003; GIERE, R. N. **Science without laws**. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.
- ³⁷ HORGAN, J. **The end of science**: facing the limits of knowledge in the twilight of the scientific age. New York: Broadway Books, 1997.
- ³⁸ BARROW, J. D. **Impossibility**: the limits of science and the science of limits. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- ³⁹ PRIGOGINE, I. **O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. Ed. UNESP, São Paulo, 1996; PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança**. Brasília: Ed. UnB, 1997; MEDAWAR, P. B. **Os limites da ciência**. São Paulo: Ed. Unesp, 2005.
- ⁴⁰ ALESSO, H. P.; SMITH, C. F. **Thinking on the web**: Berners-Lee, Gödel and Turing. New York: Wiley, 2009; HILLIS, W.D. **The pattern on the stone**: the simple ideas that make computers work. New York: Basic Books, 1998; PERKOWITZ, S. **Digital people**: from bionic humans to androids. Washington: Joseph Henry Press, 2004; COVENEY, P.; HIGHFIELD, R. **Frontiers of complexity**: the search for order in a chaotic world. New York: Fawcett Columbine, 1995; ULANOWICZ, R.E. **A third window**: natural life beyond Newton and Darwin. West Conshohocken (Pennsylvania): Templeton Foundation Press, 2009.
- ⁴¹ KNYAZEVA, H. O pensamento complexo não linear e sua aplicação nas atividades de gestão. In: CARVALHO, E. A.; MENDONÇA, T. (Orgs.). **Ensaio de complexidade, 2**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2003. p. 95
- ⁴² KUBRUSLY, R. S. Uma viagem informal ao teorema de Gödel ou (o preço da matemática é o eterno matemático). In: CARVALHO, E. A.; MENDONÇA, T. (Orgs.). **Ensaio de complexidade 2**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2003. p. 140.
- ⁴³ Id. **ibid.**, p. 150.
- ⁴⁴ GALLOWAY, A. R.; THACKER, E. **The exploit**: a theory of networks. Minnesota: University of Minnesota Press, 2007.
- ⁴⁵ FOUCAULT (2004) **op. cit.**; GADAMER, H. G. **Verdade e método**: traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica. Petrópolis (RJ): Vozes, 1997.
- ⁴⁶ KOSKO, B. **The Fuzzy future**: from society and science to heaven in a chip. New York: Harmony Books, 1999.
- ⁴⁷ HARDING, S. **Is science multicultural?** postcolonialisms, feminisms, and epistemologies. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, 1998; HARDING, S. (Ed.). **Feminist stand point**: theory reader. New York: Routledge, 2004; Id. **Science and social inequality**: feminist and postcolonial issues. Illinois: Univ. of Illinois Press, 2006.
- ⁴⁸ SANTOS, B. S. (Org.). **As vozes do mundo**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2009; SANTOS, B.S.; MENESES, M.P. (Orgs.). **Epistemologia do sul**. Portugal: Almeida, 2009.
- ⁴⁹ SANTOS, B. S. **Conhecimento prudente para uma vida decente**: um discurso sobre as ciências revisitado. São Paulo: Cortez, 2004.
- ⁵⁰ BROCKMAN, John. (Ed.). **The new humanists**: science at the edge. New York: Barnes & Noble Books, 2003.
- ⁵¹ HABERMAS, J. **Consciência moral e agir comunicativo**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.
- ⁵² DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995; Id. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.
- ⁵³ Id. **Fundamento sem fundo**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2008b.
- ⁵⁴ Id. **Complexidade e aprendizagem**: a dinâmica não linear do conhecimento. São Paulo: Atlas, 2002.
- ⁵⁵ POPPER, K. R. **The logic of scientific discovery**. London: Hutchinson of London, 1959.
- ⁵⁶ Id. **El desarrollo del conocimiento científico**: conjeturas y refutaciones. Buenos Aires: Paidós, 1967.
- ⁵⁷ DEMO, P. **Argumento de autoridade x autoridade do argumento**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2005.

- ⁵⁸ FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.
- ⁵⁹ DEMO, P. **Saber pensar é questionar**. Brasília: LiberLivro, 2009b.
- ⁶⁰ DARDER, A., BALTODANO, M. P., TORRES, R. D. (Eds.). **The critical pedagogy reader**. London: Routledge, 2009.
- ⁶¹ DEMO, P. **Aprendizagem no Brasil**: ainda muito por fazer. Porto Alegre: Mediação, 2004.
- ⁶² GROSSI, E. P. **Por aqui ainda há quem não aprende?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.
- ⁶³ GEE, J.P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave, 2003; **Id. Good video games + good learning**. New York: Peter Lang, 2007.
- ⁶⁴ DEMO, P. (1996) **op. cit.**. GALIAZZI, M. C. **Educar pela pesquisa**: ambiente de formação de professores de ciências. Ijuí: Ed.UNIJUÍ, 2003.
- ⁶⁵ **Id.** (2005) **op. cit.**
- ⁶⁶ **Id.** (2009) **op. cit.**
- ⁶⁷ SANTOS, B. S. **Toward a new common sense**: law, science and politics in the paradigmatic transition. New York: Routledge, 1995.
- ⁶⁸ AMSDEN, A. H. (2009) **op. cit.**
- ⁶⁹ DUDERSTADT, James J. (2003) **op. cit.**
- ⁷⁰ DEMO, P. **Aprender bem/mal**. Campinas: Ed. Autores Associados, 2009c.
- ⁷¹ **Id.** Inclusão digital: cada vez mais no centro da inclusão social. **Inclusão Social**, v. 1, out./mar., p. 36-39, 2005a.
- ⁷² **Id.** (2008) **op. cit.**; **Id.** (2009) **op. cit.**
- ⁷³ PLAUT, W. **Judaism and the scientific spirit**. Cincinnati: Union of American Hebrew Congregations, 1962.
- ⁷⁴ DEMO, P. (2009) **op. cit.**
- ⁷⁵ **Id.** **Aposta no professor**: cuidar de viver e de trabalhar com dignidade. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2007.
- ⁷⁶ **Id.** (2009) **op. cit.**
- ⁷⁷ **Id.** (2006) **op. cit.**
- ⁷⁸ DUFOUR, R.; EAKER, R. **Professional learning communities at work**: best practices for enhancing student achievement. Bloomington (Indiana) National Education Service, 1998; HUFFMAN, J. B.; HIPPI, K. K. **Reculturing schools as professional learning communities**. Toronto: Scarecrow Education, 2003.
- ⁷⁹ DEMO, P. (2007) **op. cit.**
- ⁸⁰ LIH, A. **The wikipedia revolution**. New York: Hyperion, 2009.
- ⁸¹ DEMO, P. (2009) **op. cit.**
- ⁸² O'NEIL, M. **Cyber chiefs**: autonomy and authority in online tribes. New York: Pluto Press, 2009; SUNSTEIN, C. S. **Infotopia**: how many minds produce knowledge. New York: Oxford Univ. Press, 2006; TAPSCOTT, D.; WILLIAMS, A. D. **Wikinomics**: how mass collaboration changes everything. London: Penguin, 2007.
- ⁸³ HARGREAVES, A. **O ensino na sociedade do conhecimento**: educação na era da insegurança. Porto Alegre: Artmed, 2004; SAVIN-BADEN, M., WILKIE, K. **Problem-based learning online**. London: Open University Press, 2006.

ABSTRACT

Pedro Demo. Scientific education.

Scientific education is viewed as a XXI century skill because this century is marked by the “knowledge-intensive society.” It is valued as a basic reference for the whole learning trajectory, from basic to higher education, being specially highlighted in several types of secondary and technical education. Today, the greatest challenge is to produce knowledge and not just “to transmit” knowledge. From that perspective, this article shows that producing knowledge not only points to the technical reconstructive process, but mainly to the skill of each one to become the greatest source of his/her opportunities, as subjects that control their own destinies. It takes into account that although autonomy might not be complete – we always have constraints – it can be broadened quite a lot if we are capable of learning and handle knowledge with autonomy. We are dealing with the challenge of authoring, as suggested in more clearly interactive virtual platforms, such as web 2.0. It becomes easier to build opportunities when the subject does not depend on others to invent them. The subject himself/herself creates the opportunity because he/she knows how to do it, states the author.

Keywords: *Scientific education; Scientific method; Knowledge-intensive society; Argument authority.*

RESUMEN

Pedro Demo. Educación científica.

La educación científica es considerada una de las habilidades del siglo XXI, por estar este siglo marcado por la “sociedad intensiva del conocimiento”. Es apreciada como referencia fundamental de toda trayectoria de estudios básicos y superiores, con especial énfasis en los tipos diversificados de enseñanza media y técnica. Actualmente, el mayor desafío consiste en producir conocimiento y no simplemente en “transmitirlo”. Desde esta perspectiva, el artículo muestra que la producción de conocimiento no se refiere solamente al proceso reconstructivo técnico, sino principalmente a la habilidad de cada persona de volverse la mayor fuente de oportunidades, en tanto sujeto que toma el destino en sus propias manos. Considera que, aunque la autonomía no pueda ser plena, ya que somos siempre seres limitados, puede ser ampliada, si sabemos aprender a manejar el conocimiento con autonomía. Se trata de trabajar el desafío de la autoría individual y colectiva, como se sugiere en las plataformas virtuales más claramente interactivas, como las de la web 2.0. Construir oportunidades se hace más viable cuando el sujeto no depende de que otros las inventen. Él mismo se vuelve oportunidad, porque sabe crearlas, afirma el autor.

Palabras clave: *Educación científica; Método científico; Sociedad intensiva de conocimiento; Autoridad del argumento.*