

Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação^I

Paulo Blikstein^{II}

Resumo

A rápida penetração de novas tecnologias na escola constitui uma oportunidade para a disseminação da filosofia de dois importantes teóricos da educação: Seymour Papert e Paulo Freire. As tecnologias digitais possibilitam formas diversas e inovadoras de trabalhar, expressar e construir. Essa adaptabilidade camaleônica da mídia computacional promove diversidade epistemológica (TURKLE; PAPERT, 1991), criando um ambiente no qual os alunos, na sua própria voz, podem concretizar suas ideias e projetos com motivação e empenho. Este artigo descreve uma implementação conduzida em uma escola pública brasileira e gera uma série de princípios de *design* de ambientes Papert/Freireanos, analisando o empenho intelectual e emocional dos estudantes, suas trajetória de aprendizado e a complexidade de seus projetos, que variaram de robôs controlados por computador a filmes de ficção científica. O artigo discute um modelo de implementação com quatro componentes: primeiro, identificar um tema gerador relevante para a comunidade; segundo, partir da cultura e da experiência tecnológica da comunidade como base para a introdução de novas tecnologias; terceiro, deliberadamente usar uma abordagem de *mídia mista*, em que alta e baixa tecnologia coexistem; por fim, *deslocar* certos protocolos sociais e comportamentais considerados normais nas escolas, mesmo aqueles aparentemente irrelevantes para o ensino e a aprendizagem. Conclui-se que tal utilização de tecnologias expressivas pode ser um poderoso agente de emancipação à Paulo Freire e, em especial, em comunidades economicamente carentes.

Palavras-chave

Construcionismo – Pedagogia crítica – Tecnologia – Emancipação – Robótica.

I- Texto publicado originalmente em: BLIKSTEIN, Paulo. Travels in Troy with Freire: Technology as an agent for emancipation. In: NOGUERA, Pedro; TORRES, Carlos Alberto (Ed.). Social justice education for teachers: Paulo Freire and the possible dream. Rotterdam: Sense, 2008.

Disponível em: <<https://www.sensepublishers.com/media/967-social-justice-education-for-teachers.pdf>>.

II- Universidade Stanford, EUA.
Contact: paulob@stanford.edu

Travels in Troy with Freire: technology as an agent of emancipation¹

Paulo Blikstein¹

Abstract

The rapid dissemination of new technologies in schools is an opportunity for the popularization of the educational philosophies of two important theorists of education: Seymour Papert and Paulo Freire. Digital technologies enable diverse and innovative ways of working, expressing, and building. This chameleonesque adaptivity of computational media enables the acknowledgement and embracing of epistemological diversity (TURKLE; PAPERT, 1991), engendering an environment in which students, finding their own voice, can concretize their ideas and projects with motivation and engagement. This article describes an implementation conducted in a Brazilian public school and proposes a series of principles for the design of Papertian/Freirean learning environments, by analyzing the intellectual and emotional commitments of students, their learning paths, and the complexity of their designs, which ranged from robots and computer programs to fiction movies. The article discusses an implementation model with four components. First, we identify a community-relevant generative theme. Second, we depart from the community's technological culture and expertise as a basis for introducing new technologies. Third, we deliberately use a mixed-media approach, in which high- and low-tech, on- and off-screen, and high- and low-cost expressive tools coexist for students' production of artifacts. Lastly, we question (or "displace") taken-for-granted school practices and mindsets, even those that are apparently irrelevant to teaching and learning. We conclude that such use of expressive technologies can be a powerful agent of emancipation à la Paulo Freire, especially in economically disadvantaged communities.

I- First publication in:
BLIKSTEIN, Paulo (2008). <Travels in Troy with Freire: Technology as an Agent for Emancipation>. In: NOGUERA, Pedro; TORRES, Carlos Alberto (Ed.). Social justice education for teachers: Paulo Freire and the possible dream. Rotterdam: Sense, 2008. available at: <<https://www.sensepublishers.com/media/967-social-justice-education-for-teachers.pdf>>.

II- Universidade Stanford, EUA.
Contact: paulob@stanford.edu

Keywords

Constructionism – Critical pedagogy – Educational technologies – Emancipation – Robotics.

As ideias de Paulo Freire apresentam um desafio tão radical para os nossos sistemas educacionais que ele é muitas vezes classificado como utópico. Essa interpretação ignora que Freire foi, acima de tudo, um homem da práxis. Sua teoria não foi criada no contexto acadêmico tradicional como um exercício teórico, mas em contextos reais, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Serviço Social da Indústria (SESI) e em Angicos, no Rio Grande do Norte. No entanto, embora o que compelisse Freire fosse o desejo de ter impacto sobre o mundo real, ele nunca negou que “uma coisa é escrever conceitos nos livros e outra, incorporá-los na prática” (FREIRE, 1990). Suas palavras soam tão verdadeiras hoje como quando ele tentou, pela primeira vez, colocar em ação sua visão radical da educação. Implementar Freire nunca deixou de ser um desafio (FREIRE, 1973, 1974, 1992), o que tem levado muitos a categorizá-lo como um defensor da escola ideal que, embora desejável, é inexecutável.

Entretanto, o sonho freireano pode se tornar realidade: a rápida penetração de novas tecnologias nos ambientes de aprendizagem constitui uma oportunidade sem precedentes para a disseminação da “estética freireana” – parafraseando Valente (1993) – nas escolas. As tecnologias digitais oferecem “máquinas proteanas” (PAPERT, 1980), que possibilitam formas diversas e inovadoras de trabalhar, expressar e construir. Essa adaptabilidade camaleônica da mídia computacional promove diversidade epistemológica (ABRAHAMSON et al., 2006; TURKLE; PAPERT, 1991), criando um ambiente no qual os alunos, na sua própria voz, podem concretizar suas ideias e projetos com motivação e empenho.

Das intervenções educacionais abordadas neste artigo emerge um modelo para implementar ambientes de aprendizagem freireanos com os seguintes componentes essenciais: primeiro, identificar um tema gerador relevante para a comunidade; segundo, partir da cultura e da experiência tecnológica da comunidade como base para a introdução de novas tecnologias; terceiro, deliberadamente usar uma abordagem

de *mídia mista*¹ (ABRAHAMSON et al., 2005), em que alta e baixa tecnologia, dentro e fora da tela, e ferramentas de expressão de alto e baixo custo coexistem para a produção de objetos pelos alunos; por fim, questionar (ou “deslocar”) certas práticas e pontos de vista considerados normais nas escolas, mesmo aqueles aparentemente irrelevantes para o ensino e a aprendizagem.

Este artigo demonstra esse modelo com dados de um projeto conduzido em 2001, numa escola pública da cidade de São Paulo. Focando nas atitudes dos participantes e na maneira como usam as tecnologias digitais, o artigo analisa seu empenho intelectual e emocional, sua trajetória de aprendizado e a complexidade de seus projetos, que variaram de robôs a uma casa automatizada. Conclui-se que tal utilização de tecnologias expressivas pode ser um poderoso agente de emancipação à Paulo Freire e, em especial, em comunidades economicamente carentes.

Temas geradores

Os temas geradores são umas das mais conhecidas contribuições de Paulo Freire. Em obras como *Pedagogia do oprimido* (1974) e em *Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar* (2015), Freire explica detalhadamente o seu método de codificação/decodificação de elementos das culturas locais para criar temas geradores, sublinhando a dicotomia entre estar imerso em sua realidade (estar apenas consciente de suas próprias necessidades) e emergir dessa realidade (ser parte ativa na superação dessas necessidades). Aprendizes podem ir, portanto, da “consciência do real” à “consciência do possível” à medida que percebem “novas alternativas viáveis” para além das “situações-limite” (FREIRE, 1974). Ou seja, um caminho para emancipação e humanização é perceber-se como um agente ativo da mudança – na prosa poética de Freire

¹- A expressão *mídia mista* é distinta do termo *multimídia*, que veio a significar artefatos audiovisuais, como apresentações, CD-ROMs interativos ou *websites*, ver ABRAHAMSON et al., 2005.

–, “a História é o tempo da possibilidade e não do determinismo [...]. O futuro não é inexorável, o futuro é problemático” (FREIRE, 1992, p. 21).

Apesar da precisão de Freire sobre a origem e o papel de seus temas geradores, não é raro encontrar livros didáticos com os temas geradores predeterminados. Propor um tema predeterminado que pretende abordar um problema real de uma comunidade banaliza e contradiz o caráter dialógico do empreendimento educacional. Samuel Perez García adverte sobre o perigo de os temas geradores fazerem parte da agenda dos intelectuais, em vez de surgirem espontaneamente dos alunos (GARCÍA, 2001). O próprio Freire confrontou essa forma de banalização de seu trabalho, como relata Heinz-Peter Gerhardt (2000, p. 155):

Os autores da cartilha [...] escolheram uma diretriz política de abordagem com cinco palavras geradoras: povo, voto, vida, saúde e pão. Freire opôs-se, firmemente, ao ensino de mensagens prontas aos analfabetos. Mensagens prontas produziram sempre “efeitos domesticadores”, quer vindo da direita, quer vindo da esquerda. Ambos os lados demandariam aceitação acrítica de doutrinas e a manipulação teria início.

Talvez não seja uma surpresa que educadores tenham tentado ajustar o método de Freire a práticas conhecidas, como decisões de cima para baixo sobre o que os alunos devem aprender². Note-se, no entanto, que Freire nunca propôs que o pesquisador se abstinhasse de contribuir com seus próprios temas e ideias (os “temas da dobradiça”), mas deixou claro que a sugestão deveria surgir em um contexto específico e abraçar temas já identificados pelos alunos.

Para estar ativamente engajado em ler e transformar o mundo, é preciso ter as ferramentas necessárias. O poder da linguagem, foco da maioria dos projetos freireanos, é evidente por si só: ele nos permite enunciar os problemas

2- Ver também Tyack e Cuban (1995) sobre como as escolas “mudam as mudanças antes que as mudanças mudem a escola”.

que nos cercam, discutir soluções, interagir, debater e, possivelmente, propor soluções. Mas a linguagem não é necessariamente o único veículo de articulação do desejo e da ação de mudança. Um outro meio é permitir que as pessoas projetem dispositivos, invenções, ou soluções, utilizando o conhecimento proveniente da ciência e da tecnologia, e, em seguida, que usem a linguagem para melhorar esses dispositivos por meio da interação crítica com seus companheiros de projeto. Essa noção vygotskiana de aprendizagem por meio do compartilhamento e da comunicação foi articulada por outro expoente da educação progressista: Seymour Papert.

Freire e Papert

Seymour Papert partilha com Paulo Freire o entusiasmo por propiciar situações em que interesses intelectuais dos alunos se desenvolvam plenamente. A teoria de Papert, o Construcionismo, baseia-se no Construtivismo de Piaget e defende que a construção do conhecimento acontece de maneira especialmente eficaz quando os alunos constroem e compartilham objetos publicamente:

A construção que tem lugar “na cabeça” muitas vezes acontece mais felizmente quando é apoiada por uma construção pública, “no mundo” – um castelo de areia ou um bolo, uma casa de Lego [...], um programa de computador, um poema ou uma teoria sobre o universo. Parte do que eu quero dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, testado e admirado. (PAPERT, 1993, p. 142, tradução minha).

Papert advoga a tecnologia nas escolas não como uma maneira de aperfeiçoar a instrução tradicional, mas como um conjunto de ferramentas emancipadoras que coloca nas mãos das crianças os materiais de construção mais poderosos. A adaptabilidade camaleônica

da tecnologia permite o reconhecimento e a adoção de diferentes estilos de aprendizagem e epistemologias, gerando um ambiente no qual os alunos podem concretizar suas ideias e projetos com um intenso envolvimento pessoal.

A promessa de Papert ainda está longe do sistema educacional dominante. Geralmente, as escolas adotam computadores como ferramentas para validar subtextos curriculares existentes – isto é, como dispositivos de informação ou máquinas de ensinar. Como Freire defendeu repetidamente, a escolha de um currículo é um ato intrinsecamente político (FREIRE, 1974, 1992). Da mesma forma, o uso tradicional da tecnologia nas escolas tem seu próprio currículo oculto: transformar os alunos em consumidores de *software*, não em produtores; aqueles que se adaptam às máquinas e não os que as reinventam; aqueles que aceitam os computadores como caixas-pretas que apenas especialistas podem entender, programar ou consertar. Na maioria das vezes, esse uso passivo da tecnologia inclui o acesso unidirecional à informação (o computador como uma biblioteca eletrônica), a comunicação com outras pessoas (o computador como telefone) e a disseminação da informação a outros (o computador como lousa). Em contraste, uma perspectiva papertiana-freireana – que injeta no uso de tecnologias na educação uma agenda política subversiva – vê o computador não como uma máquina de ensino e informação, mas como matéria-prima de construção e expressão pessoal.

A linguagem de programação Logo, na década de 1970, foi a primeira tentativa para demonstrar que o computador não é apenas um dispositivo de informação e comunicação. No início dos anos 1990, Papert e seus discípulos estenderam a ideia para o mundo físico, ao tornar a robótica acessível a crianças através do *kit* Lego Mindstorms e dos Crickets (MARTIN; RESNICK, 1993; RESNICK; OCKO; PAPERT, 1991). Em seguida, simulações paralelas e sistemas multiagentes, antes disponíveis apenas nos laboratórios de pesquisa avançados, tornaram-se disponíveis para jovens aprendizes (WILENSKY; RESNICK,

1995, 1999). Mais recentemente, novos projetos foram desenvolvidos para colocar nas mãos de crianças *hardware* e *software* de ponta, de modo que elas possam conduzir pesquisas científicas avançadas (BLIKSTEIN; WILENSKY, 2006), criar joias eletrônicas (SYLVAN, 2005), projetar simulações e jogos participativos (WILENSKY; STROUP, 1999), programar *video games* (MILLNER; RESNICK, 2005; SIPITAKIAT; BLIKSTEIN; CAVALLO et al., 2004), criar tecidos e roupas interativas (BUECHLEY, 2006), programar sistemas de robótica virtual (BERLAND; WILENSKY, 2006) e explorar sistemas de informação geográfica e ciência ambiental (EDELSON, 2000).

Em particular, o trabalho pioneiro de David Cavallo (2000a, 2000b), na Tailândia, tentou demonstrar a compatibilidade entre Freire e Papert, sugerindo os benefícios de fundir conhecimento nativo com formulações inovadoras de aprendizado e tecnologia digital. Mesmo em regiões remotas e negligenciadas, ele detectou uma sofisticada cultura de construção e adaptação de motores de combustão interna usados em agricultura, barcos e transporte, que contradizem a frequente suposição de que faltam a essas populações os fundamentos cognitivos necessários para aprender ou usar as tecnologias modernas. Outros teóricos também avançaram na discussão sobre o conhecimento nativo ou local (LADSON-BILLINGS, 1995; LEE, 2003; MOLL et al., 1992). Se Freire e seus discípulos estão corretos, as escolas deveriam dar a esse tipo de conhecimento valor pelo menos igual que dão ao currículo oficial, como um caminho para ao mesmo tempo mobilizar as representações cognitivas preexistentes dos alunos e fazer do conteúdo algo relevante em suas vidas. Mas algum conhecimento sobre ciência e tecnologia modernas é importante para a emancipação, como diz Raymond Morrow:

Ciência e tecnologia modernas [...] continuam a ser o ponto de referência necessário [...] [mas] ao invés de se ater à perspectiva epistemológica de um monólito cartesiano-

-newtoniano, as disciplinas acadêmicas têm progressivamente desenvolvido um entendimento mais plural, inclusivo e contextualizado do conhecimento, que cria a base para o diálogo autêntico com o conhecimento local previsto por Paulo Freire. (MORROW, 2008, p. 82, tradução minha).

A confluência de Freire e Papert forma, assim, um campo fértil e promissor para pesquisa e implementação de ambientes inovadores de aprendizado. O foco de Freire no humanismo e a ênfase de Papert na criação de artefatos ligados aos interesses do aluno são complementares. Uma tecnologia expressiva e construtiva torna possível avançar a agenda de emancipação de Paulo Freire, talvez de maneira tão contundente como a linguagem e a alfabetização. A próxima seção apresenta estudos de caso sobre a implementação desses ambientes.

Estudos de caso

Quando Fernando José de Almeida, um conhecido educador brasileiro, foi nomeado secretário da educação da cidade de São Paulo, em 2000, a esperança de uma inovação no sistema de ensino foi grande: parecia uma excelente oportunidade para colaborar e revisar algumas das estratégias de sucesso usadas quando o próprio Freire foi secretário municipal da educação, quase dez anos antes.

O objetivo era evidenciar que é possível usar a tecnologia em uma escola pública típica de forma freireana/construcionista, demonstrando especificamente o que poderia ser feito pelos alu-

nos com uma grande variedade de mídias e tecnologias: computadores, robótica, fotografia digital e vídeo. O resultado positivo dessa oficina de três semanas, realizada em agosto de 2001 na escola municipal Campos Salles, próxima a Heliópolis, a maior favela de São Paulo, permitiu a criação de um projeto maior com a Secretaria Municipal da Educação, abrangendo pelo menos trinta escolas na cidade de São Paulo (CAVALLO et al., 2004).

O tema gerador escolhido para a primeira oficina foi a economia de energia, já que, em 2001, o Brasil experimentava uma grande crise na geração de energia elétrica. Os alunos poderiam trabalhar em projetos próximos à sua realidade, construindo medidores de energia, dispositivos para economizar eletricidade, aquecedores de água mais eficientes etc. Mas, no primeiro dia da oficina, o plano fracassou: um dos alunos informou que a maioria das casas de Heliópolis tinha conexões elétricas ilegais (os chamados *gatos*) e que, portanto, não tinha nem medidores, nem contas de luz. Com a crise de energia, a companhia elétrica ficara menos tolerante com atrasos nos pagamentos das poucas conexões legais e passara a desconectá-las, aumentando o número de usuários de conexões ilegais. Os transformadores, sobrecarregados, muitas vezes se incendiavam, ocasionando acidentes desastrosos. Surpreendentemente, para a maioria das famílias de Heliópolis, a crise energética não era um problema de economia de energia, mas de segurança. Um grupo de alunos, portanto, decidiu criar um jornal e um videodocumentário para alertar sobre os perigos das conexões mal feitas. O principal objetivo era ensinar a população a fazer conexões seguras, mesmo que ilegais.

Figura 1 – Documentação dos alunos sobre os perigos das conexões elétricas ilegais e postes sobrecarregados



Fonte: Dados da pesquisa.

Essa experiência ressalta o significado da negociação local, em tempo real, para escolher temas geradores autênticos, que sejam de fato relevantes para os alunos. No bairro onde eu havia crescido, a apenas alguns quilômetros, as consequências da crise energética eram radicalmente diferentes. Meu esforço para encontrar um tema relevante foi infrutífero porque, na verdade, eu não conhecia a realidade daquela população. Esse episódio alerta para o perigo da criação de pseudo temas geradores que aparentam uma conexão com a realidade local, mas que, de fato, foram criados sem um contato real com a comunidade – o que ocorre frequentemente em livros didáticos ditos freireanos, que afirmam incluir temas geradores, mas são escritos de forma deslocada do contexto, gerando atividades irrelevantes aos interesses e à cultura dos alunos.

Controle do equipamento

Nos primeiros dias da oficina, os alunos se familiarizaram com os kits de Lego, as câmeras digitais e de vídeo e planejaram seus projetos. A maioria deles nunca tinha tocado em tais equipamentos e, para minha surpresa, alguns alunos estavam com medo de usá-los.

Essa ansiedade era alimentada ainda mais por alguns professores, já que o acesso a computadores nas escolas é regido por normas rígidas e supervisão constante. O alto custo do equipamento e da manutenção aumenta a preocupação com os possíveis danos às máquinas. Mas minhas experiências anteriores me ensinaram que, em situações como aquela, as crianças são cuidadosas com os equipamentos mesmo sem vigilância. Kits Lego, materiais de arte, materiais eletrônicos e meu próprio *notebook* foram, portanto, espalhados no chão. Duas câmeras estavam sempre disponíveis para os alunos tirarem fotos ou gravarem vídeos. Não implementei nenhum mecanismo de controle.

Os professores ficaram preocupados e um deles me alertou que os alunos iam “quebrar tudo.” Depois de alguns dias, entretanto, ficaram surpresos com a organização pacífica dos alunos para dividir as câmeras entre os grupos. No final, nada foi danificado. Durante a entrevista final com os participantes, 70% deles mencionaram a confiança como o atributo mais apreciado da oficina, e explicaram que sentiram que eu confiava neles por ter deixado os equipamentos no chão, para que os usassem livremente.

Figura 2 – Alunos usando o *notebook* do facilitador (esq.) e construindo no chão da sala de computação



Fonte: Dados da pesquisa.

A liberdade de uso de equipamentos caros tornou-se um *deslocamento* fundamental da forma tradicional de organização da sala de aula – e uma fonte de emancipação. Foi também um exemplo de como uma intervenção externa pode tanto revelar quanto desafiar

comportamentos considerados triviais em uma cultura. Uma simples decisão sobre a logística do uso dos equipamentos acabou tendo um grande impacto na relação dos alunos com a oficina. Acostumados às regras rígidas da sala de computação, as crianças receberam

uma mensagem de confiança ao ver o meu computador no chão: a educação dialógica não sobrevive se o discurso e a prática não são compatíveis aos olhos das crianças.

Alunos e professores também estavam muito preocupados com o valor das máquinas. Os alunos ficaram desconfortáveis quando descobriram que os *kits* de robótica valiam o mesmo que sua renda familiar e os professores ficaram chocados quando perceberam que esses equipamentos equivaliam a um mês de seu salário. Com uma renda mensal de apenas algumas centenas de dólares, as famílias e os professores de Heliópolis não tinham computadores ou equipamentos eletrônicos sofisticados. Além disso, os pais de muitos alunos tinham perdido seus empregos por causa da tecnologia. As crianças estavam fascinadas com o Lego, mas tinham medo de quebrá-lo ou de se apegar a algo que seria rapidamente tirado delas. Como fazer para introduzir a tecnologia nesse contexto?

Partindo de práticas familiares

Enquanto alguns grupos ficavam na escola trabalhando com o Lego ou fazendo vídeos de ficção, outro grupo começou o documentário sobre as conexões ilegais de energia. Frequentemente saíamos da escola e íamos para a comunidade. Eu visitava suas casas, lojas, lanchonetes, oficinas automecânicas e até a rádio da comunidade. Ao conversar com as pessoas, comecei a entender que, ali, a cultura da tecnologia tinha uma característica muito particular. Os mecânicos, por exemplo, usavam todos os tipos de soluções improvisadas para fazer os carros funcionarem pelo menor custo. Além disso, as pessoas não jogavam fora aparelhos quebrados sem antes tentar consertá-los. Se consertar era impossível, davam outro uso ao aparelho de forma criativa.

Trata-se de um dos traços culturais mais conhecidos do brasileiro: o *jeitinho*, o hábito criativo de resolver problemas usando o que se tem à mão, improvisando soluções. Isso implica dar outro uso, desconstruir e reconstruir objetos, assim como personalizar a utilização de materiais recicláveis e objetos encontrados –

como na “cultura do motor” que David Cavallo identificou na zona rural da Tailândia:

Existe um enorme conhecimento, experiência e especialização [sobre tecnologia] na cultura tailandesa que fornecem uma base firme para a construção e alavancagem do novo conhecimento. Nós acreditamos que isso é universal e não está limitado apenas à Tailândia. (CAVALLO, 2000b, p. 201).

De fato, em Heliópolis, o “*jeitinho*” ou a “cultura do outro uso” ajudou a introduzir novas tecnologias entre os alunos a partir de uma prática familiar. Freire repetidamente preveniu contra a abordagem romântica ou paternal em relação à cultura local:

O educador(a) deve estar imerso na experiência histórica e concreta dos alunos(as), mas nunca imerso de forma paternalista de modo a começar a falar por eles mais do que verdadeiramente ouvi-los. O desafio é nunca entrar paternalisticamente no mundo do oprimido para salvá-lo de si próprio, [...] nunca querer romantizar o mundo do oprimido, de modo que [...] mantenha o oprimido(a) acorrentado a condições que foram romantizadas para que o educador(a) mantenha sua posição de ser necessário ao oprimido, “servindo o oprimido”, ou encarando-o(a) como um herói romântico. (FREIRE, 2015, p. 59).

Procurei, portanto, maneiras de não somente observar e documentar o que a comunidade já fazia, mas de mobilizar a sua evolução cognitiva a partir dessas práticas, – sendo um agente de mudança, um catalisador. O desafio de introduzir a tecnologia como agente de mudança para uma população carente evoluiu para o desafio de enxertar a tecnologia, de forma autêntica, no contexto local do “outro uso”. A oportunidade perfeita se materializou quando um dos grupos precisou de um motor Lego adicional e todos os motores já estavam em uso. No dia seguinte, eu levei um gravador quebrado e propus que eles o desmontassem para reutilizar suas peças. O grupo

rapidamente se armou de chaves de fenda e alicates e logo eles tinham um motor em perfeito funcionamento. Além disso, eles tinham que construir um adaptador para fazer o novo motor funcionar com a engrenagem Lego (Fig. 3, à dir.), o que tornava a tarefa ainda mais complexa do que se fossem usados materiais prontos.

A ideia se espalhou rapidamente e logo outros alunos começaram a usar outros materiais para construir seus projetos. Ao final de duas semanas em Heliópolis, a maioria dos alunos usava materiais eletrônicos reciclados em vez

das peças Lego para construir seus projetos – eles pareciam mais orgulhosos ao montar o projeto assim do que com as peças de Lego, projetadas para ter um encaixe perfeito. Essa prática permitiu aos alunos aplicar uma forma familiar de trabalhar – o jeitinho brasileiro, a cultura do conserto improvisado, do “outro uso” – para desmistificar a tecnologia. Ao desmontar os aparelhos eletrônicos, os alunos puderam ver por dentro essas máquinas antes impenetráveis e conseguir exemplos de mecanismos para seus próprios projetos.

Figura 3 – Um aluno desmonta um gravador (esq.); o caro motor Lego e o motor feito do gravador (dir.)



Fonte: Dados da pesquisa.

A abordagem pedagógica baseada no “outro uso” foi tão bem-sucedida que, em outras oficinas, abandonamos de vez os kits Lego. Os participantes eram convidados a desmontar equipamentos quebrados e sucata eletrônica e integrá-los nos seus projetos. Mais do que isso, providenciei kits baratos de ferramentas e componentes eletrônicos simples, comprados ou achados localmente, além de componentes mecânicos, e desenvolvemos uma placa de robótica de baixo custo e de código aberto, a GoGo Board, que os próprios alunos podiam montar (ver Figura 4).

A introdução da sucata no projeto foi outro exemplo de deslocamento: partimos de um modo de trabalho familiar (o uso de sucata eletrônica), mas agregamos novos elementos (robótica, motores, sensores e computadores), de forma a fazer com que os alunos se apropriassem de novos instrumentos e trabalhassem de novas maneiras. A prática local de dar “outro uso” aos materiais não era valorizada fora da

comunidade. Introduzir tecnologias computacionais com base na cultura do “outro uso” fez com que os participantes não só se orgulhassem de que suas práticas anteriores fossem realmente sofisticadas, mas de que seus projetos, produtos e novas habilidades fossem valorizados também fora da comunidade. O uso de sucata, antes estigmatizado como hábito de comunidades de baixa renda, passou a ser visto como sinal de conhecimento e sofisticação quando passou a fazer parte de projetos de robótica.

Uma abordagem microemergente

Inicialmente, alguns alunos, especialmente as meninas, não se empolgaram muito com as atividades. De fato, o interesse menor das meninas pelas atividades relacionadas com tecnologia na escola é um tópico frequentemente estudado (TURKLE; PAPERT, 1991). Por um lado, eu queria que todos aproveitassem essa experiência de aprendizado; por outro, forçar

Figura 4 – Do alto à esq., em sentido horário: professores desmontam eletrônicos para reutilizar os componentes em seus projetos; alunos “fuçam” um monitor de computador; um aluno solda sua própria placa de robótica



Fonte: Dados da pesquisa

os relutantes a participar violaria um princípio crucial da oficina – não impor aos alunos um currículo tecnológico, mas permitir que escolhessem seus próprios projetos e ferramentas.

Freire e os educadores freireanos se viram diante desse dilema em várias ocasiões. Ele mesmo criticou o professor demagógico, que renuncia ao seu papel de educador (FREIRE, 1987), e também o retrato do ensino como uma atividade puramente divertida, na qual os alunos nunca devem ser desafiados ou frustrados:

É importante que a criança perceba, desde o começo, que estudar é difícil e requer esforço, mas também agradável. Certas pedagogias novas exacerbam o divertido, a afetividade, em lugar da cognição. (FREIRE, 1993, p. 89-90).

No lugar de elucidar o dilema, a citação acima o reitera: como aprender pode ser “agradável” e “difícil e requer esforço” ao mesmo tempo? Talvez esse seja o paradoxo crucial da maioria dos freireanos e das pedagogias

democráticas. Entre a sala de aula vale-tudo e a tradicional, poderia haver um compromisso academicamente produtivo e politicamente legítimo? Richard Gibson nota que

Paulo Freire não é sempre muito preciso em seus escritos teóricos sobre o que é exatamente um educador liberador – além de alguém que oferece liberdade e rigor – e para que fim? [...] Na realidade, Paulo Freire é bastante diretivo. Ele se refere a um “momento indutivo” quando “o educador libertador não pode mais esperar que seus alunos avancem por conta própria em uma ideia ou entendimento e o professor tem que fazer isso.” (GIBSON, 1994).

Esse dilema vai muito além de Freire. José Cukier estudou extensivamente a psicopatologia originada na escola (CUKIER, 1996) e alertou sobre o educador demagógico e carismático, que foca apenas na ligação afetiva com o aluno, pela sedução, negligenciando o objetivo educacional e o conteúdo. Paul Zoch argumenta contra a

sobrecarga dos professores ao prepararem experiências de ensino personalizadas, pois não espera dos alunos que “dominem situações que não lhes agradam” (ZOCH, 2004, p. 71, tradução minha). Cavallo (2002) recorda que o professor carismático demais mina a autonomia do aluno, pois o ato de aprender passa a ser associado ao carisma do professor e não a algo que o aluno faz e controla. Fernando Almeida (1998) descreve como as escolas estimulam “personalidades divididas” nos alunos, ao ensiná-los a assumir diferentes atitudes ao longo do dia, do obediente ao baderneiro, do calado ao participativo. Entre os dois extremos – o professor tradicional autoritário e o líder carismático –, haveria espaço para um compromisso menos patológico? Longe de dar uma resposta definitiva a essa pergunta, a multiplicidade de ferramentas expressivas é uma ajuda inestimável para que o educador encontre esse espaço.

Um exemplo inspirador é a história de Marisa e Gina³, duas alunas do sexto ano. Elas não se empolgaram com a robótica. Queriam pintar e aproveitar a disponibilidade tão incomum de materiais, espaço e tempo. Renata, uma menina do oitavo ano, adorava cantar e tocar, mas não gostava muito de computadores. Ela também tinha um interesse especial em religião. Como fazer para integrar à oficina essas diversas paixões e interesses aparentemente não acadêmicos? Como canalizar essa poderosa energia criativa para o objetivo educacional?

Uma ferramenta efetiva é a antropologia epistemológica aplicada de Cavallo, que consiste em “trazer à tona os sentidos que os alunos atribuem às coisas” (CAVALLO, 2000a). Para tal, afirma, é essencial que os alunos construam objetivos do seu interesse: quanto mais liberdade de expressão experimentarem, mais fiel à sua própria constituição a expressão será, permitindo então um melhor planejamento e implementação dos ambientes de aprendizado (CAVALLO, 2000a). Essas paixões aparentemente não acadêmicas não são impedimentos para o aprendizado; ao contrário, são janelas abertas para as epistemologias dos alunos e

oportunidades fora do comum para engajá-los no trabalho *acadêmico*.

Fora da escola, os alunos desenvolvem talentos, paixões, ideias e diferentes formas de aprender. Em uma atividade tradicional, que se serve de um único meio de expressão, muito comum nas escolas e nos cursos extracurriculares, Marisa e Gina não teriam oportunidade de aplicar sua paixão pelas artes e muito provavelmente se afastariam do tema da tecnologia. Mais perigoso ainda, poderíamos observar uma estratificação perversa no trabalho de grupo: os alunos com bom desempenho acabariam em tarefas mais sofisticadas e aqueles com desempenho mais baixo realizariam as tarefas mais simples e com menor demanda cognitiva (ABRAHAMSON; WILENSKY, 2005). Sendo assim, combinar a consideração aos interesses pessoais dos alunos e o pluralismo epistemológico, o ambiente deveria oferecer múltiplos pontos de entrada e mídias expressivas (BLIKSTEIN, 2002). Em ambientes de aprendizado com mídias mistas, mais alunos têm a possibilidade de encontrar, nas atividades em grupos, caminhos que ofereçam ao mesmo tempo um engajamento pessoal significativo e a possibilidade de trabalhar em tarefas complexas e que requerem esforço.

Conhecer os alunos fora da sala de aula foi fundamental. Depois de alguns dias na oficina, resolvi interagir com eles o mais que pudesse para conhecer as práticas e os valores da comunidade. Almoçamos juntos, fizemos estudos de campo, discutimos os projetos, ou apenas batemos papo. No contexto da oficina, eu tive mais espaço para criar situações que eram “contextualmente autênticas”, com base no meu conhecimento dos interesses dos alunos.

Decidi, portanto, não direcionar Marisa e Gina imediatamente para a construção tecnológica. Não só permiti que as duas meninas trabalhassem com arte, mas estimei esse trabalho. Primeiro, elas fizeram vários desenhos, que foram expostos nas paredes do laboratório. Depois, trabalharam com argila, fazendo figurinhas humanas e móveis em miniatura. Em seguida, construíram uma casa de papelão, pintaram as paredes e colocaram os móveis dentro (Fig. 5).

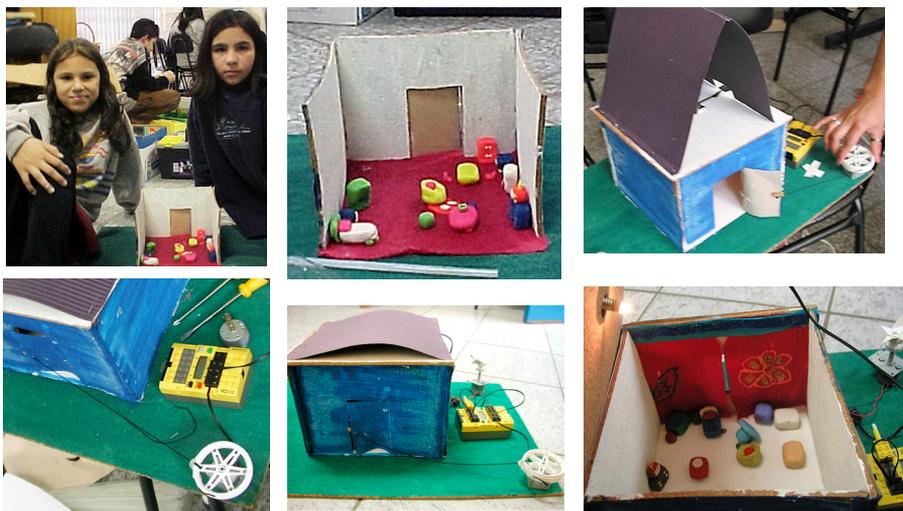
3 - Para manter o anonimato, os nomes de todas as crianças são fictícios.

As meninas estavam muito felizes com sua casa, mas eu estava preocupado: a casa não tinha nenhuma robótica ou programação. Fiquei tentado a sugerir algumas ideias para integrar robótica na casa, mas tinha medo que a sugestão soasse como imposição mal disfarçada.

Em vista disso, eu procurava encontrar entre os alunos aqueles que estavam desenvolvendo projetos com uma sinergia potencial. Havia complementações potenciais no ar e eu queria que os alunos aprendessem a identificá-las. Quando Marisa e Gina viram alguns colegas usando a câmera digital para contar histórias, elas se entusiasmaram para produzir uma animação da vida em suas casinhas. Com a ajuda de alguns colegas, elas aprenderam a usar a câmera digital e um programa de computador de animação e trabalharam durante horas no projeto.

Simultaneamente, duas alunas⁴ do oitavo ano, Ester e Maria, estavam procurando uma ideia para seu primeiro projeto de robótica. Elas tinham feito algumas construções pequenas e, portanto, tinham adquirido um pouco de experiência em robótica, mas queriam um projeto maior. Sugeri que buscassem ideias ao redor da classe, falassem com os amigos e vissem o que os outros estavam fazendo. Observando que Marisa e Gina já tinham concluído sua casa com sucesso, elas perguntaram se podiam trabalhar em equipe e montar uma “casa inteligente”. Usando um *kit* de robótica, por quase uma semana, as quatro meninas adicionaram lâmpadas econômicas, um telhado retrátil automático e um ventilador de teto com temperatura controlada (Fig. 5). A frutífera colaboração entre as “meninas arquitetas” e as “meninas engenheiras” é um exemplo da sinergia gerada nesses ambientes.

Figura 5 – Marisa e Gina junto à sua casa de baixa tecnologia (topo, esq.), e o detalhes da mobília de massinha (topo, dir.). Com a ajuda de Ester e Maria, ela foi transformada em uma casa inteligente (meio, esq.), com sensor de temperatura, teto retrátil e ventilador.



Fonte: Dados da pesquisa

Outros alunos mostraram interesses e paixões ainda mais diferentes. Renata, uma aluna do oitavo ano que adorava música, no início, não sabia o que construir. Ela passava quase o dia todo sozinha escrevendo poesia. Sugeri que ela fosse a DJ da oficina, selecionando e tocando diferentes CDs a cada dia. Depois de muita resistência, ela concordou em cantar para seus colegas. A tímida

e artística Renata estava começando a encontrar seu lugar. Depois de alguns dias observando os projetos dos colegas, ela decidiu construir algo concreto. Em longas conversas comigo, revelou suas profundas crenças religiosas e resolveu

4- Note que, em 2001, uma câmera digital era um objeto raríssimo, e evidentemente não existiam telefones com câmeras.

construir a Torre das Preces, uma complexa estrutura de Lego que iria imitar os movimentos das mãos dos devotos em prece.

Daniela, outra aluna do oitavo ano, estava muito tímida nos primeiros dois dias. Ela vagava pela sala observando o trabalho dos outros grupos, mas nunca se engajava por mais de dez minutos em alguma atividade. Ao perceber que ela não encontrava um ponto de entrada apropriado, sugeri que usasse a câmera de vídeo para pequenas reportagens sobre os projetos dos seus colegas. Em apenas dois dias no novo trabalho, Daniela dominou a câmera de forma impressionante. Mas documentar o trabalho dos outros logo deixou de ser suficiente. Ela começou a traçar planos mais ambiciosos e, junto com outros alunos, escreveu e dirigiu dois curtas-metragens: um sobre a vida das famílias que moravam perto de um esgoto a céu aberto; e outro sobre a estação de rádio local.

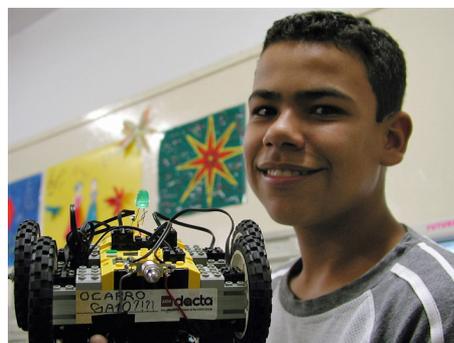
Quando o grupo de Daniela apresentou o que havia filmado, Moriz, que tinha ficado na escola trabalhando no seu projeto de robótica,

reparou nos grandes tubos de esgoto e teve a ideia de gerar energia elétrica a partir das correntes de água do esgoto. Construiu, então, um modelo que consistia em um pequeno gerador com um motor de corrente contínua, plástico, rolha e madeira. Ele prendeu o modelo a um capacitor e observou que a energia poderia ser armazenada nele e que seu invento era viável. Caio, que tinha passado o dia anterior experimentando aparelhos para economizar energia, painéis solares e condensadores, ficou animado para ajudá-lo (Fig. 6). Guilherme teve outra ideia: construir um carro que evitasse automaticamente as áreas inundadas, que são muito comuns durante a estação das chuvas em São Paulo. Usando sensores de água, ele criou o “carro gato”, que mudava de direção quando encontrava um terreno alagado. Esses projetos, entretanto, não nasceram nem espontaneamente (eu tive um papel importante como catalizador e conector), nem de forma impositiva (as conexões foram feitas respeitando-se os interesses dos alunos).

Figura 6 – Caio pesquisa energia solar e aparelhos que economizam energia (esq.) e Guilherme com seu “carro gato” anti-inundação (dir.)



Fonte: Dados da pesquisa



A participação do professor

Um tema que permeou nossa narrativa de Heliópolis foi o que era pré-programado não dava certo e o inesperado triunfava. Meu papel como educador não era forçar a implementação exata do que tinha sido planejado, mas facilitar a interação entre os alunos e os recursos disponíveis e oferecer

toda a assistência possível. Edith Ackermann diria que:

[...] quando a diversidade reina, o planejamento centralizado ou a mera transmissão de valores tradicionais não funcionarão. Ao invés disso, são necessárias autodeterminação e negociação – isto é, expressão pessoal e intercâmbio. (ACKERMANN, 2001).

Evidentemente, esse tipo de abordagem diverge da mentalidade predominante na maioria das escolas, e, de fato, essa pedagogia gerou ansiedade em alguns professores. Em discussões com eles, identifiquei algumas teorias e modelos mentais que contradiziam a abordagem da oficina: “Você deveria focar em apenas uma coisa”, “as crianças vão quebrar o equipamento”, “sem um plano específico, eles não farão nada”, “demos a alguns alunos a chance de participar e eles não estão trabalhando como esperávamos” e “as crianças só estão se divertindo”. O *status* epistemológico dos comentários dos professores é revelador. Não apenas é compatível com os paradigmas da escola tradicional, mas também com a maneira como os pais veem a escola. Cavallo relata que, na Tailândia, os pais se queixaram de uma oficina que ele conduziu, ao dizer que as crianças só estavam se divertindo e, portanto, não podiam estar aprendendo (CAVALLO, 2000b). Aparentemente, a teoria subjacente é que brincar e aprender são atividades incompatíveis. A crença epistemológica dos professores é que deve haver objetivos concretos, planos para chegar lá e uma sequência organizada para a construção do conhecimento: “não se pode aprender y sem antes aprender x”.

Apesar do ceticismo inicial, a maioria dos professores foi “convertida” ao final das ofici-

nas, em particular Maria Luiza, uma docente de português responsável também pela sala de computação. Nos primeiros dias, ela dava voltas para inspecionar os grupos e (literalmente) apontava o dedo para os alunos “preguiçosos”, que “só ficam ali tirando fotos”. Alguns alunos brigaram entre si, como consequência do clima tenso criado por ela. Perguntei se poderia tentar ajudar os alunos em seus projetos. Ela me disse que não sabia nada de robótica e, por isso mesmo, teve de se sentar com os alunos, desta vez como quem aprende e não como quem ensina (Fig. 7). O ambiente e o conteúdo eram igualmente estranhos para ela e para os alunos, de forma que Maria Luiza não se envergonhava de admitir sua ignorância em algumas questões técnicas. Estar nesse território desconhecido foi uma experiência libertadora para ela. Livre da obrigação de ser “aquela que sabe tudo” ou a disciplinadora, após uma semana, Maria Luiza tinha um papel completamente diferente na sala. Passou quase todo o tempo sentada no chão ajudando os alunos (e sendo ajudada por eles). O laboratório de computação estava um caos completo, com alunos, computadores, câmeras e materiais de sucata espalhados por toda parte – um outro *deslocamento* – e Maria Luiza não poderia estar mais feliz.

Figura 7 – Maria Luiza (de óculos, na foto à esq.) e outros professores no laboratório de computação, ajudando os alunos em seus projetos, sentados no chão



Fonte: Dados da pesquisa.

Aparentemente, não era apenas Maria Luiza que estava satisfeita com esse deslocamento. Em uma entrevista posterior à oficina, um aluno dela relatou:

No ano passado, um menino estava jogando bola e seu tênis saiu do pé, e quebrou uma lâmpada. Todos que estavam por per-

to foram para a diretoria. Não foi justo. Desta vez, quando queimamos as lâmpadas do nosso projeto, a professora ajudou a encontrar outras para que pudéssemos continuar o trabalho.

Inicialmente, os alunos também estavam ansiosos para trabalhar num ambiente onde

faltavam instruções precisas. Nas entrevistas posteriores, a maioria mencionou ter ficado perdido no começo:

Eu via muitas coisas por aqui e não sabia por onde começar. Agora, no final, eu tive muitas ideias, mas já não posso fazer mais nada, porque chegou o fim... No começo, eu estava perdida, mas depois, com a ideia de fazer a casa, nós colocamos uma coisinha aqui, outra ali... E mesmo no fim desta semana ainda tinha coisa que fazer... (Gina).

No início, eu pensei que não iria me familiarizar com todos estes instrumentos... É tanta coisa... Mas daí eu comecei a gostar, aprendi a usar todas aquelas coisas, a câmera de foto, tudo... No começo, eu não sabia do que o curso tratava, não sabia o que eu tinha que fazer, e então comecei a me deixar levar por ele... me soltar... (Maria).

Minhas observações e os testemunhos dos alunos indicam claramente que eles passaram por uma experiência transformadora, de estarem perdidos até gradualmente encontrarem

seu caminho em meio aos novos materiais, ao novo ambiente, aos novos métodos de trabalho e de colaboração. Eles nunca tinham usado uma câmera digital ou trabalhado com o Lego, e a maioria não tinha computador em casa. Seus testemunhos não sugerem, como os professores tinham previsto, que o ambiente aparentemente livre gerou um comportamento irresponsável e inconsequente. A transformação dos alunos ocorreu devido ao trabalho sério e ao engajamento em um projeto e não devido à exploração aleatória e inconsequente dos equipamentos.

Houve outros tipos de transformações. Lúcio, por exemplo, era um tímido aluno do sétimo ano. Ele construiu dois projetos de robótica e participou de dois filmes. Um dia, ele veio à oficina com sua mãe, usando calça e camisa sociais em vez do uniforme escolar (Fig. 18). A mãe me contou que seu filho andava falando sobre as atividades escolares, coisa que nunca fizera antes. Lúcio tinha até pedido para que ela o vestisse muito bem para ir à oficina, porque era algo “muito importante”. A evolução dos trajes de Lúcio (Fig. 8) mostra a percepção crescente de “seriedade” em relação à oficina, e sugere que um tipo de engajamento intenso, pessoal e profundo.

Figura 8 – Lúcio antes e depois: uniforme escolar e camiseta nos primeiros dias (esq.), calça e camisa social no final (dir.)



Fonte: Dados da pesquisa

Discussão

Cada um dos episódios relatados revela um dilema particular que será discutido nesta seção. O objetivo é demonstrar que a implementação dos princípios pedagógicos de Papert e Freire não

deve ser interpretada como uma tarefa utópica e inexecutável, mas como uma alternativa viável à pedagogia predominante. Mais do que isso, os componentes dessa alternativa podem ser identificados, documentados e estudados, e servir como subsídio para professores em suas salas de aula.

Temas geradores

Mesmo os educadores bem-intencionados podem se equivocar sobre o que realmente importa para uma comunidade específica. É crucial evitar a típica banalização da cultura local, ao buscar modelos arquetípicos e planejar currículos para eles. Barbara Rogoff chamaria isso de uma visão *empacotada* da cultura, que “cria uma realidade baseada em categorias de identidade” (ROGOFF, 2003, p. 79). Hutchins (1995) argumenta contra a visão da cultura como uma coleção de coisas, que podem ser listadas por um sujeito externo, transferidas, acumuladas. Os planejadores curriculares empacotam a cultura porque é difícil penetrar as manifestações das práticas culturais; e o trabalho com base em uma ideia superficial da cultura local ou a introdução de temas pré-fabricados não permite gerar a experiência de aprendizagem autêntica que Freire defende tão fervorosamente. Por outro lado, a adesão cega aos valores e costumes da cultura local tampouco é benéfica: deve-se também identificar o que *não está* na cultura e que o educador deseja introduzir.

Tecnologia como “ferramenta”?

Nas histórias de aprendizagem que descrevi neste artigo, a tecnologia digital não era apenas uma ferramenta, mas um *agente de deslocamento* fundamental, por diversas razões, que elenco abaixo.

- **Adaptabilidade camaleônica** ou a multiplicidade de formas da tecnologia digital: esse aspecto da mídia computacional permite reconhecer e adotar/abraçar a diversidade epistemológica, criando um ambiente onde os alunos, ao encontrar sua própria voz, podem concretizar suas ideias e projetos com motivação e empenho. Abre portas para novos, complexos e diversos modos de aprendizagem e de pensamento, tanto nas telas como fora delas, com materiais familiares e novos, usando ferramentas de alta ou baixa tecnologia.

- **Ferramentas sem “dono”**, tanto para professores como para alunos: sendo um produto novo e original para ambos, a tecnologia

permite que os professores desçam do patamar de quem “sabe tudo” e se tornem aprendizes. Os alunos podem ver seus professores como alguém que aprende e aprender com suas estratégias de aprendizagem.

- **Projetos complexos**: comparados aos materiais escolares convencionais, os projetos dos alunos eram geralmente mais integrados, diversos e complexos. Essa complexidade abriu mais possibilidades para fazer conexões com as disciplinas tradicionais. Por exemplo, projetar sensores ou dispositivos de robótica exige uma ampla pesquisa em física, química e matemática.

- **Mobilidade e descentralização**: A presença daqueles objetos e ferramentas tecnológicos, inerentemente descentralizados, móveis e compartilháveis, cria “uma nova dinâmica, que não existe na sala de aula regular, onde tudo é simbólico, no papel, e não há oportunidades de desenvolver controle democrático” (PAPERT, 2002).

- **Múltiplos pontos de entrada**: a tecnologia fornece ferramentas poderosas para a expressão pessoal e múltiplos pontos de entrada para alunos com histórias de vida e interesses diferentes. Em um ambiente que englobou diversas formas de expressão e tecnologias, os alunos primeiro ficaram confortáveis com apenas uma das mídias (arte, filmagem ou robótica) e depois puderam transitar mais facilmente para outra mídia ou atividade mais desafiadora. O papel do facilitador é crucial para identificar potenciais sinergias entre projetos ou pessoas.

Assim sendo, apesar da retórica popular sobre tecnologia, a lista acima sugere que ela pode realmente ser uma ferramenta humanizadora – Pierre Lévy diz que “é o próprio uso intensivo de ferramentas que constitui a humanidade enquanto tal” (LÉVY, 1999, p. 19). Ter em mãos múltiplas tecnologias aumenta e torna possíveis empreendimentos inerentemente humanizadores: criação, expressão e interação.

Gerir a diversidade

A *estética* freireana – que é fundamentalmente centrada no aprendiz e atenta à cultura local – levanta a questão de como administrar

uma sala de aula na qual cada aluno tem origens e histórias de vida diferentes, tanto quanto interesses e talentos diversos. Aparentemente, isso envolveria uma quantidade significativa de trabalho extra para o professor. Nossos dados sugerem que uma abordagem sensível à diversidade pode, ao contrário, ajudar a aliviar a carga dos professores e melhorar seu relacionamento com os alunos:

- **Autonomia:** após um contato inicialmente laborioso e intenso com os alunos, as interações subsequentes ficaram muito mais fáceis. Os alunos não apenas se tornaram mais autônomos e responsáveis, mas também aprenderam a ensinar uns aos outros. Ao permitir que os alunos trabalhassem nas suas ideias, não só consegui entender sua epistemologia de maneira mais eficiente, mas se criou um forte sentido de comprometimento e uma motivação. Esse tipo de ambiente permite que os professores passem menos tempo agindo como disciplinadores.

- **Motivação e comprometimento dos alunos:** a falta de regras rígidas não gerou um ambiente de *vale-tudo* ou sem desafios, em que os alunos se voltaram para atividades simplesmente *divertidas*. Em Heliópolis e em outras oficinas, ao contrário, os professores relataram estar impressionados com o número de horas que os alunos investiram nos projetos e com sua atitude séria com relação ao trabalho. Por sua vez, os alunos disseram que se guiavam pelo “jogo limpo” dos professores e seu genuíno respeito.

Conteúdo

Em oficinas desse tipo, há uma questão fundamental e recorrente: devemos nos contentar com o conhecimento local e negar aos alunos o conhecimento formal das ciências? Essas ciências não são também instrumentos de emancipação? A resposta exige um exame mais cuidadoso do termo *emancipação*. O verdadeiro conhecimento emancipador deve fazer com que as pessoas se sintam agentes de ação e mudança no mundo. A mera internalização da chamada “linguagem do poder” (conteúdo escolar oficial) pode dar aos alunos vantagem num teste de múltipla escolha ou no mercado de trabalho, mas essa visão utilitá-

ria do conteúdo não está ligada necessariamente ao uso que se pode fazer do conteúdo no mundo real – é conhecimento inerte.

Consequentemente, o conhecimento não tem nenhum valor intrínseco além do capital cultural, como Bourdieu já colocou em sua teoria da reprodução (BOURDIEU; PASSERON, 1977). O que a sociedade tipicamente valoriza não é o que os alunos podem fazer com os novos conhecimentos, mas quais portões sociais esses conhecimentos podem abrir. Para os alunos de áreas carentes de São Paulo, porém, os portões são muito menos generosos – isso se estiverem ao menos entreabertos. O outro lado desses portões é muito mais severo do que para as crianças de classe média que, pelo menos, convencem-se a continuar no sistema escolar pela perspectiva de ingresso no ensino superior e boa empregabilidade.

Com efeito, as oficinas em São Paulo colocaram em primeiro plano as múltiplas relações entre o currículo tradicional e os projetos dos alunos, sendo que muitos foram inspirados ou guiados pela experiência local. Para construir o carro imune a inundações, Guilherme teve que aprender sobre condutividade elétrica e até projetar um experimento com água e diferentes concentrações de sal de cozinha – reinventando assim as experiências dos laboratórios de química. Pode-se facilmente imaginar esse experimento sendo desenvolvido em um projeto maior na aula de química. Caio teve que aprender sobre dinamos e capacitores para criar seu gerador de energia nos tubos de esgoto – outro conjunto de tópicos que poderiam integrar as aulas de física. Os construtores de um caminhão de lixo reciclável fizeram uma longa pesquisa sobre engrenagens, transmissões e conversão de movimento linear para rotacional – o pai de um deles era um mecânico de automóveis e estava entusiasmado por ajudar seu filho pela primeira vez em um projeto escolar. Maria e Gina, para construir um ventilador com controle de temperatura para sua casa energeticamente econômica, passaram muito tempo analisando como um ventilador gera energia e como otimizar o fluxo de vento. Um projeto de reciclagem de água exigiu visitas às instalações locais de água, conversas com o professor de ciências

e pesquisas em química e física. Além disso, suas válvulas à prova de enchente foram um desafio de engenharia extremamente exigente. O grupo que fez os documentários, reportagens e filmes de ficção teve que escrever roteiros, planejar entrevistas, editar sua narrativa e aprender a se expressar em frente ao público. Se os alunos tivessem essa oportunidade durante vários anos, acabariam por envolver a maioria das disciplinas acadêmicas tradicionais. Além disso, quanto mais os alunos aprendem dessa forma, mais aprendem sobre a própria aprendizagem: alunos que aprendem a aprender são mais produtivos do que alunos que apenas aprendem conteúdo.

Os professores podem ser facilitadores?

Esta pesquisa sugere que, de fato, esse tipo de atividades está ao alcance dos professores. Trabalhei em circunstâncias especialmente desfavoráveis: o grupo de implementação era pequeno, a maioria dos professores tinha pouco ou nenhum treino tecnológico, a maioria dos laboratórios de computação não era bem equipada, muitos dos materiais não estavam traduzidos para o português e, em muitas escolas, faltavam equipamentos básicos. Mesmo nessas circunstâncias adversas, o comprometimento dos professores foi impressionante. Eles se permitiram assumir o papel de quem está aprendendo de novo, engajaram-se com entusiasmo nos projetos com os alunos e foram líderes ardorosos nas implementações seguintes. O elemento fundamental, como foi discutido em um trabalho anterior (BLIKSTEIN, 2002; CAVALLO et al., 2004), foi formatar o desenvolvimento profissional dos professores segundo os mesmos princípios que gostaríamos que eles usassem com seus próprios alunos: em nossas oficinas de formação de professores, eles também trabalharam em projetos e construíram dispositivos para abordar questões relevantes na sua comunidade.

O segredo está nos detalhes

Em um ambiente de aprendizagem como esse, os equilíbrios são frágeis e uma pequena variação em um componente pode gerar uma

mudança sistêmica abrupta, tal qual em uma reação química (BLIKSTEIN, 2002). À medida que conseguem explicar comportamentos sociais e naturais como fenômenos emergentes (WILENSKY, 2001), os cientistas têm percebido que os mais impressionantes fenômenos naturais surgem de interações locais entre elementos microscópicos do sistema, sem controle central. Vimos ecos desse tipo de dinâmica emergente no nosso trabalho nas escolas. Por exemplo, nas oficinas seguintes, os professores tentaram negar o direito dos alunos de escolherem seus projetos e companheiros de grupo, ou restringiram unilateralmente o acesso aos equipamentos. Os resultados foram muito negativos: os alunos se desconectaram das atividades ou começaram a se comportar como de costume nas salas de aula tradicionais. Observei o mesmo resultado quando tentaram estimular uma competição desnecessária, forçar o trabalho em grupo, planejar demais as atividades: mesmo com as mesmas ferramentas tecnológicas, o clima de trabalho e o compromisso com a aprendizagem ruíram.

Acredito que, *se conceber novas pedagogias é a arte de pensar grande, implementar essas pedagogias é uma ciência do detalhe*. Uma pedagogia freireana só pode sobreviver se permear o mundano. Discursos eloquentes sobre emancipação não bastam. A parte mais significativa das experiências de aprendizagem dos alunos reside nas pequenas lutas de poder, nas decisões do dia a dia, nas escolhas microscópicas do que ensinar e do que valorizar, quem tem voz, quem decide. É precisamente nessas transações pedagógicas e pessoais aparentemente insignificantes que a essência do ambiente de aprendizado é construída. Enfim, esse tipo de trabalho requer uma abordagem mais adaptável e flexível, na qual os professores usam sua autoridade para estabelecer regras que não sejam autoritárias e, em seguida, abandonam o papel de disciplinadores, criando, assim, um espaço produtivo e democrático.

Conclusão

Este artigo demonstrou como a emancipação freireana é possível, embora difícil, mesmo

em escolas com poucos recursos. A característica emergente de tais planos (CAVALLO, 2000b) coloca esses ambientes de aprendizagem num universo separado da escola tradicional e exige uma mudança significativa na formação do professor.

Nesse contexto, a tecnologia é o novo cavalo de Troia: o educador introduz na sala de aula ferramentas, práticas e tecnologias familiares; no entanto, embutido na familiaridade,

há um potencial para mudanças conceituais e pessoais: um potencial benéfico que permeia subliminarmente a atmosfera da sala de aula, por meio de uma sequência de deslocamentos mediados pelo professor. Os alunos se apropriam da tecnologia troiana como meio autêntico para se libertar da pedagogia tradicional e podem, então, sacudir a poeira e se engajar em um aprendizado libertador, profundo e emancipatório.

Referências

- ABRAHAMSON, Dor et al. Collaborative interpretive argumentation as a phenomenological-mathematical negotiation: a case of statistical analysis of a computer simulation of complex probability. **For the Learning of Mathematics**, v. 26, n. 3, 2006.
- ABRAHAMSON, Dor et al. Mixed-media learning environments. In: EISENBERG, Michael; EISENBERG, Ann (Ed.). INTERNATIONAL CONFERENCE FOR INTERACTION DESIGN AND CHILDREN (IDC), 4., 2005, Boulder. **Proceedings...** Boulder: IDC, 2005.
- ABRAHAMSON, Dor; WILENSKY, Uri. The stratified learning zone: examining collaborative-learning design in demographically-diverse mathematics classrooms. In: WHITE, Dorothy (Chair); GUTSTEIN, Eric (Discussant). ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2005, Montreal. **Equity and diversity studies in mathematics learning and instruction**. Montreal: [s. n.], 2005.
- ACKERMANN, Edith. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: what's the difference? In: CONSTRUCTIVISM: Uses and perspectives in education, conference. **Proceedings...** Geneva: Geneva Center in Education, 2001. Cahier 8. p. 85-94. Disponível em: <http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf>.
- ALMEIDA, Fernando José de. As aparências enganam. In: BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Salto para o futuro: TV e informática na educação**. Brasília, DF: MEC/SEED, 1998. p. 73-80.
- BERLAND, Matthew; WILENSKY, Uri. Constructionist collaborative engineering: results from an implementation of PVBOT. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2006. **Education research in the public interest**. San Francisco. San Francisco: [s. n.], 2006.
- BLIKSTEIN, Paulo. **The Trojan horse as a Trojan horse: impacting the ecology of the learning atmosphere**. Dissertação (Mestrado) - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2002.
- BLIKSTEIN, Paulo; WILENSKY, Uri. The missing link: a case study of sensing-and-modeling toolkits for constructionist scientific investigation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES - IEEE (ICALT), 6., 2006, Kerkraade. **Proceedings...** Kerkraade: [s. n.], 2006. p. 980-982.
- BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean Claude. **Reproduction in education, society and culture**. London: Beverly Hills: Sage, 1977.
- BUECHLEY, Leah. A construction kit for electronic textiles. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WEARABLE COMPUTERS - IEEE (ISWC), 10., 2006., Montreux. **Proceedings...** Montreux: [s. n.], 2006.
- CAVALLO, David. **Comunicação pessoal**. São Paulo: [s. n.], 2002.
- CAVALLO, David. Emergent design and learning environments: building on indigenous knowledge. **IBM System Journal**, v. 39, n. 3/4, p. 768-781, 2000a.
- CAVALLO, David. **Technological fluency and the art of motorcycle maintenance: emergent design and learning environments**. Tese (Doutorado) - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2000b.
- CAVALLO, David et al. The city that we want: generative themes, constructionist technologies and school/social change. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES - IEEE (ICALT), 4., 2004, Joensuu. **Proceedings...** Joensuu: [s. n.], 2004. p. 1034-1038.
- CUKIER, José. A educação escolar agente de mudança psíquica positiva ou agente didaticopatogenizante? In: PELLANDA, Nize Maria C. (Ed.). **Psicanálise hoje: uma revolução do olhar**. Petrópolis: Vozes, 1996. p. 247-284.
- EDELSON, Daniel. **My world GIS**. Evanston: PASCO Scientific, 2000.
- FREIRE, Paulo. **A pedagogy for liberation**. New York: Bergin and Garvey, 1987.
- FREIRE, Paulo. **Education for critical consciousness**. 1. ed. New York: Herder and Herder, 1973.
- FREIRE, Paulo. **Entrevista com Carlos Alberto Torres, 1990**. Disponível em: <<http://aurora.icaap.org/talks/freire.html>> Acesso em: set. 2005.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da cidade**. New York: Continuum, 1993.

- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Paz, 1992.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia dos sonhos possíveis**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2015.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogy of the oppressed**. New York: Seabury, 1974.
- GARCÍA, Samuel Pérez. **Paulo Freire: educación e ideología**. 1. ed. México, DF: Toma y Lee, 2001.
- GERHARDT, Heinz-Peter. **Paulo Freire: arqueologia de um pensamento**, 2000. In: GADOTTI, Moacir (Org.). **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez, 1996. Disponível em: <http://seminario-paulofreire.pbworks.com/f/unid2_ativ4paulofreire_umabiobibliografia.pdf>. Acesso em: set. 2005.
- GIBSON, Richard. **The promethean literacy: Paulo Freire's pedagogy of reading, praxis and liberation**. Tese (Doutorado) - Pennsylvania State University, University Park, 1994.
- HUTCHINS, Edwin. **Cognition in the wild**. Cambridge: MIT, 1995.
- LADSON-BILLINGS, Gloria. Toward a theory of culturally relevant pedagogy. **American Education Research Journal**, v. 32, n. 3, p. 465-491, 1995.
- LEE, Carol. Literacy, technology and culture. **Mind, Culture and Activity**, v. 10, n. 1, p. 3-8, 2003. Special edition. Technology, culture and education.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.
- MARTIN, Fred; RESNICK, Mitchell. Lego/logo and electronic bricks: creating a scienceland for children. In: FERGUSON, David (Ed.). **Advanced educational technologies for mathematics and science**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 61-89.
- MILLNER, Amon; RESNICK, Mitchell. Tools for creating custom physical computer interfaces. In: INTERACTION DESIGN FOR CHILDREN CONFERENCE (IDC), 4., 2005, Boulder. **Proceedings...** Boulder: [s. n.], 2005.
- MOLL, Luis C. et al. Funds of knowledge for teaching: using a qualitative approach to connect homes and classrooms. **Theory into Practice**, v. 31, n. 2, p. 132-141, 1992.
- MORROW, Raymond. Paulo Freire, indigenous knowledge and eurocentric critiques of development: three perspectives. In: TORRES, Carlos Alberto; NOGUERA, Pedro (Ed.). **Social justice education for teachers: Paulo Freire and the possible dream**. Rotterdam: Sense, 2008. p. 81-100.
- PAPERT, Seymour. **Comunicação pessoal**. Cambridge: [s. n.], 2002.
- PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.
- PAPERT, Seymour. **The children's machine: rethinking school in the age of the computer**. New York: Basic Books, 1993.
- RESNICK, Mitchel; OCKO, Stephen; PAPERT, Seymour. Lego/logo: learning through and about design. In: HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (Ed.). **Constructionism**. Norwood: Ablex, 1991.
- ROGOFF, Barbara. **The cultural nature of human development**. New York: Oxford University Press, 2003.
- SIPITAKIAT, Arnan; BLIKSTEIN, Paulo; CAVALLO, David Paul. GoGo Board: augmenting programmable bricks for economically challenged audiences. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES (ICLS), 6., 2004, Los Angeles. **Proceedings...** Los Angeles: [s. n.], 2004.
- SYLVAN, Elizabeth Integrating Aesthetic, Engineering, and Scientific Understanding in a Hands-on Design Activity. In: INTERACTION DESIGN FOR CHILDREN CONFERENCE (IDC), 4., 2005, Boulder. **Proceedings...** Boulder: [s. n.], 2005.
- TURKLE, Sherry; PAPERT, Seymour. Epistemological pluralism and reevaluation of the concrete. In: HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (Ed.). **Constructionism**. Norwood: Ablex, 1991. p. 161-192.
- TYACK, David; CUBAN, Larry. **Tinkering towards utopia: a century of public school reform**. 7. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- VALENTE, José Aarmando Por que o computador na educação. In: VALENTE, José Aarmando (Ed.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp, 1993. p. 24-44.
- WILENSKY, Uri. Modeling nature's emergent patterns with multi-agent languages. In: EUROPEAN LOGO CONFERENCE - (Eurologo), 2001, 8., 2001, Linz. **Papers...** Linz: [s. n.], 2001.
- WILENSKY, Uri; RESNICK, Mitchel. New thinking for new sciences: constructionist approaches for exploring complexity. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 1995, São Francisco. **Proceedings...** São Francisco: [s. n.], 1995.
- WILENSKY, Uri; RESNICK, Mitchel. Thinking in levels: a dynamic systems approach to making sense of the world. **Journal of Science Education and Technology**, v. 8, n. 1, p. 3-18, 1999.
- WILENSKY, Uri; STROUP, Walter. Learning through participatory simulations: network-based design for systems learning in classrooms. In: COMPUTER SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING CONFERENCE - (CSCL), 1999, Palo Alto. **Proceedings...** Palo Alto: [s. n.], 1999.
- ZOCH, Paul Allen. **Doomed to fail: the built-in defects of American education**. Chicago: National Book Network, 2004.