

## EDUCAÇÃO MAKER: DA GRÉCIA ANTIGA AO BRASIL CONTEMPORÂNEO

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-137>

Data de submissão: 13/10/2024

Data de publicação: 13/11/2024

### **Fernando José de Almeida**

Doutor em Educação

PUC São Paulo

E-mail: [Fernandoalmeida43@gmail.com](mailto:Fernandoalmeida43@gmail.com)

Orcid: 0000-0002-6498-3427/

ID Lattes: 0130775836783181

### **Tatiana Sansone Sóster**

Doutora em Educação

FGV Brasília

E-mail: [tatiana.soster@gmail.com](mailto:tatiana.soster@gmail.com)

Orcid: 0000-0002-7120-6853

ID Lattes: 6862777143370867

### **Maria da Graça Moreira da Silva**

Doutora em Educação

PUC São Paulo

E-mail: [mgnoreira@pucsp.br](mailto:mgnoreira@pucsp.br)

Orcid: 0000-0002-4798-9122

ID Lattes: 7868517261081624

### **RESUMO**

O artigo reflete sobre a evolução do movimento maker no contexto educacional brasileiro, traçando suas raízes e conceitos educacionais, filosóficos e históricos, conectando-os às práticas atuais. Com abordagem qualitativa, apresenta um ensaio e estudo de caso por meio da análise do projeto "A Cidade que a Gente Quer". Explora também como os diferentes princípios dos autores são aplicados na educação maker contemporânea. Embora destaque as contribuições significativas dessas abordagens para a democratização do aprendizado e o desenvolvimento de habilidades críticas, o estudo também reconhece desafios a serem superados como a sustentabilidade financeira e a específica e complexa formação docente necessária. A partir de uma análise crítica, são sugeridos caminhos para uma implementação eficaz e inclusiva das práticas maker nas escolas brasileiras, destacando a necessidade de políticas públicas curriculares e de apoio a condições e formação contínua de educadores.

**Palavras-chave:** Educação Maker, Inclusão Digital, Aprender fazendo, Aprendizagem social, Currículo.

## 1 INTRODUÇÃO

Nada como um bom recuo histórico para ver como as flutuações da consciência pedagógica não precisam ser tantas. A história é farta em mostrar que a educação caminha tendencialmente numa direção progressista. As reações existem e são persistentes. A elitização, as exclusão, a segregação, os enganos, as falsas profecias se travestem de disrupção e ressurgem das cinzas que nunca se apagam. Mas as forças civilizacionais são também Fênix que renascem e se renovam ora discretamente ora imponentemente cheias de esperanças com se evidencia na obra de Paulo Freire e tantos educadores brasileiros como Darcy Ribeiro, Anísio Teixeira, Magda Soares, Marilena Chauí, Antônio Cândido e tantas outras e outros.

É dentro de um cenário de esperanças, de olhos abertos à crítica e atentos ao aperfeiçoamento dos fundamentos da educação escolar que este artigo percorre brevemente a história dos pensadores educadores. Eles fundamentaram as práticas pedagógicas para chegarmos ao século XXI com um olhar otimista sobre o uso das TIC na educação. Mas não apenas à educação como fenômeno isolado, mas com o olhar sobre a sociedade, sobre a justiça curricular e o valor ético das ciências. O artigo traz, como fundamento de suas pesquisas de campo, experimentos que se desenvolveram e se tornaram política públicas na cidade de São Paulo.

### 1.1 FUNDAMENTOS E MITOS DO CONHECIMENTO, DA APRENDIZAGEM E DO ENSINO

O que é o conhecimento?

O conhecimento é a aparelhagem geral dos seres vivos para dar respostas às suas necessidades de fuga, de alimentação, de abrigo, da perpetuação da espécie, enfim, para a sobrevivência.

Como uma das formas de sobrevivência do ser humano é a agregação social, o conhecimento necessário a tal fim exige, também, a aprendizagem de como (e porque) viver em sociedade.

A aprendizagem dos conhecimentos de sobrevivência no ser humano tem forte carga de instinto, mas exige crescentes doses de ampliação e de melhoria que vão além da sua dimensão de sobrevivência. O ser humano quer sempre melhorar sua vida. Assim, mostra a história. Só responder às demandas dos estímulos exteriores para a sobrevivência é pouco para o humano. A ele cabe também transmitir o conhecimento das gerações anteriores para as futuras, por um processo utópico e futurível. Justamente porque ele é o mais frágil dos animais ele precisou criar um campo de conhecimento, a cultura. A memória, a linguagem, a reflexão, a escrita, a ciência, as artes compõem esse rol de habilidades que vão além das cargas instintivas.

O conhecimento humano é, portanto: resultante do diálogo – às vezes não transparente ou muito complexo – entre os instintos e a cultura. Freud (2011), Marcuse (1997) e Fromm (1969) vão colocar

emblematicamente o tema nos seus estudos e ensaios sobre o dilema da civilização versus os instintos e desejos, fundamentais para compreender os procedimentos humanos.

O conhecimento não tem uma definição unívoca por sermos complexos nas múltiplas vivências de seus conteúdos que são segmentados nas diferentes áreas de atendimento à vida e à compreensão do mundo e à sua transcendência. Conhecimento da linguagem, conhecimentos sociais, conhecimentos técnicos, conhecimentos artísticos, conhecimentos filosóficos ou conhecimentos da natureza, do cosmos e das utopias.

Os conhecimentos humanos, aos quais basicamente aqui nos referimos, são de tão ampla abrangência que extrapolam as competências de qualquer instituição social dar conta de todas elas ou mesmo ajuntá-las debaixo de uma única definição. A família, as instituições artísticas, as políticas, as esportivas, as de saúde, as de defesa física ou militar, da religião, das academias não podem isoladamente realizar as finalidades de educação com seus conteúdos e finalidades. Daí que Platão defendia que a família não conseguia educar plenamente uma criança. Elas deviam ser educadas por profissionais. O que é um corolário do provérbio africano que diz “é necessária toda a aldeia para educar uma criança”. As diferentes formas de aprender serão divididas em partes para torná-las melhor compreendidas.

## 1.2 APRENDIZAGEM E ENSINO SE ARTICULAM, MAS NÃO SÃO IGUAIS

Não se pode dizer: “ensinei muito aos alunos, mas eles não aprenderam”. Se eles não aprenderam, não houve ensino. Pode ter havido palavras, imagens, sons transmitidos aos estudantes, mas, se a aprendizagem não se deu, não houve ensino.

Assim como não posso dizer que aprendi estudando sozinho: Aprendi, mas ninguém me ensinou. Paulo Freire (1969, p. 131) vai quebrar a lógica dessas afirmações quando afirma: “Ninguém educa a ninguém, mas tampouco se educa sozinho. Os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”.

A tal autoaprendizagem é uma metáfora que, quando muito repetida, se assemelha à verdade. Se for bem analisada, a afirmação não se sustenta. Alguém pode ser muito disciplinado, ter um projeto de aprendizagem muito bem planejado e motivado, mas vai precisar de livros, documentos, viagens, cadernos de notas, instrumentos de observação, equipamentos, consultas a bibliotecas, museus, diálogo com pares ou sujeitos pesquisados, documento com fotos ou gravações. Precisa submeter seus dados para confronto com outros dados produzidos por alguém, testados, divulgados etc.

Nesse contexto, milhares de pessoas e instituições construíram para o tal “jovem estudioso” as condições necessárias aos seus estudos: escreveram livros, publicaram pesquisas, depositaram dados

em plataformas, apresentaram trabalhos em congressos, fizeram manutenção de equipamentos, criaram App etc. Imaginando extremar a corda para o lado desse argumento, pode-se finalizar dizendo que o tal autodidata do século XXI só existe porque Galileu, Gutenberg, a civilização árabe, a civilização grega e Pasteur aconteceram antes dele e deixaram, intencionalmente, uma organização de conhecimentos acessíveis.

Poderíamos dizer, à moda do provérbio africano, que foi preciso o trabalho de toda a cultura da humanidade para que esse estudioso cumprisse seus propósitos de “estudar sozinho”. Ele não aprendeu sozinho. O esforço assimilativo e da intenção de aprender é individual, mas o processo geral e amplo, pelo qual o indivíduo estuda, é um legado de todas as aldeias do mundo e de todos os tempos progressos. O trajeto dos legados que nos deixaram na civilização ocidental os gregos, os romanos, os árabes e os povos indígenas ou autóctones são os mediadores de nossos empenhos e necessidades de aprender (e de ensinar). Nesse sentido, a aprendizagem maker retoma as longas histórias das matemáticas, da sociologia das artes, das evoluções dos aparelhos tecnológicos, da Inteligência Artificial e as disponibiliza para que os aprendizes possam ter uma experiência rica e livre de muitas imposições arbitrárias, construídas a partir de suas problematizações da realidade e de seus interesses. A aprendizagem é construída solidariamente, embora sem o trabalho individual, assimilativo e motivado, a aprendizagem não se dê. A metodologia maker busca a articulação entre essas duas dimensões. E quais as mediações pelas quais se operam estas metodologias?

No caso da aprendizagem maker, “[...] trata-se de uma aplicação, a partir de um instrumento tecnológico da proposta piagetiana, de formação dos sistemas de assimilação, cooperação, coordenação equilíbrio, reversibilidade, descentralização entre outros” (Almeida; Mendonça, 1986, p. 147). Essa composição de conceitos de Piaget (2010), unidos com a elaboração dos processos de aprendizagem construídos por Papert (1980, 1985) tem o nome de Construcionismo. Os desenvolvimentos dos conceitos, até aqui tratados, serão desmembrados adiante neste artigo.

## **2 METODOLOGIA**

Com abordagem qualitativa, apresenta um ensaio crítico e estudo de caso por meio da análise do projeto "A Cidade que a Gente Quer". Esta combinação de ensaio crítico e estudo de caso permite uma análise aprofundada tanto dos fundamentos teóricos quanto das aplicações práticas da educação maker, proporcionando uma visão abrangente sobre seu impacto e desafios.

O artigo utiliza um ensaio crítico para explorar teoricamente a evolução do movimento maker e suas raízes filosóficas, educacionais e históricas. Esta parte do estudo busca interligar as bases conceituais da educação maker com práticas contemporâneas. São utilizadas obras de autores clássicos

e contemporâneos, como Paulo Freire, John Dewey, Jean Piaget, e Seymour Papert, para fundamentar a análise crítica. Explora também como os diferentes princípios dos autores são aplicados na educação maker contemporânea

O artigo apresenta um estudo de caso baseado na análise do projeto "A Cidade que a Gente Quer", implementado em São Paulo com a colaboração do MIT/Media Lab. Esse projeto é utilizado como exemplo prático da aplicação dos princípios da educação maker.

## 2.1 ESTUDO DE CASO: O BRASIL EM 2001 E 2017

A cidade em que a gente vive pode ser a cidade que a gente quer. Mas isso exige análise, propostas conceituais claras, inteligência e trabalho. É dentro deste conceito que foi criado pelo MIT/Media Lab/Future of Learning<sup>1</sup>, para a Secretaria Municipal da cidade de São Paulo – Brasil, projeto que articula o pensamento computacional, as ações sociais, a melhoria dos processos de aprendizagem, o aprender pela prática-refletida, enfim, propõe reformulações curriculares e do conceito de ensino<sup>2</sup>.

A história do desenvolvimento do pensamento maker, passa por muitas mediações elaboradas por diferentes atores, num complexo processo de evolução. O conceito maker aplicado à educação (talvez diferentemente de outros espaços maker) carrega dentro de si a capacidade de articulação de equipes. Equipes multidisciplinares que, por sua vez, carregam a ideologia de compromisso com dimensões de impactos cognitivos e sociais de seu trabalho.

Assim foi o caso de um episódio do início do século XXI, na cidade de São Paulo, quando uma equipe do MIT<sup>3</sup>, reuniu-se com os dirigentes da Educação Pública Municipal<sup>4</sup>, inclusive com o secretário, para apresentar-lhes uma proposta intitulada “A cidade que a gente quer”. A visão do projeto era baseada numa ambiciosa meta apresentada na abertura do documento que enfatizava que se vivia à época “momento de rara sinergia entre a vontade política do poder público, a disposição da sociedade

---

<sup>1</sup> Informações sobre o projeto disponíveis em <https://www.media.mit.edu/groups/future-of-learning/overview/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

<sup>2</sup> Pode-se afirmar, sem dúvida, que o conjunto de ideias trazidas pelo MIT/Media Lab em 2001, já continha, em embrião e em prática, as ideias hoje reconhecidas como educação maker.

<sup>3</sup> A equipe do MIT (Media Lab Future of Learning) que se reuniu na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, em setembro de 2001, foi resultado de um arranjo interinstitucional envolvendo também a Universidade de São Paulo LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis da Física – representada por Roseli de Deus). Estava composta, inicialmente, por Alice Cavallo, Anindita Basu, Arnan Sipitakiat, David Cavallo, Edith Ackermann, Federico Casalegno, Georgina Echaniz, Jacqueline Karaaslanian e Paulo Blikstein.

<sup>4</sup> Naquele momento (2001), a Secretaria tinha em torno de 900 escolas sob sua responsabilidade, envolvendo uma rede de 1.000.000 de alunos, espalhados numa cidade de 10.000.000 de habitantes. Contava, então, a Rede Pública Escolar do município com 60.000 educadores.

civil, a disponibilidade e o custo das tecnologias e a existência da capacitação acadêmica para criar, planejar e implementar essa visão [...]” (Soster, 2018, p. 156).

O documento de apresentação da Proposta “A cidade que a gente quer” trazia dois motivos que se juntavam para dar consistência às propostas. De um lado, a estrutura das formas de aprender neste início de século exigia transformações da natureza das atividades das escolas. De outro, as grandes massas populacionais que acessavam a educação na cidade de São Paulo exigiam aprendizagens significativas, para todos e de qualidade. Tal princípio fazia parte da política da educação pública da cidade que defendia a enorme quantidade de alunos, professores e comunidades envolvidas – não eram contra à educação de qualidade, mas antes exigiam qualidade como um bem público e não privilégio de alguns programas-piloto. A tecnologia de ampla divulgação e de muitos se comunicando com muitos e trabalhando pelo bem comum da cidade só traria benefícios e inovações às escolas e à aprendizagem dos alunos.

Outro princípio áureo do projeto era o de que a cidade, as comunidades, os distritos urbanos, as escolas e os indivíduos constituíam o ambiente mais propício para alteração do cotidiano pelas interferências do saber significativo da escola e de suas práticas.

Na rede de escolas públicas havia uma inquietação saudável no sentido de pedir mudanças.

Ciências e suas linguagens, tecnologias, literatura, artes, comunicação, história, geografia e suas interfaces podem ser a forma mais eficaz de trazer nova significação para o currículo escolar: a mediação das tecnologias da informação e comunicação tornava-se um diferencial nessa proposta. As ideias do Construcionismo de Papert, do aprender-fazendo e pensando socialmente eram os fundamentos que davam segurança ao projeto. Neste sentido, Papert (1985), Paulo Freire (1976, 1996) e Dewey (1979b) foram os primeiros inspiradores teóricos e práticos, mais próximos dessa nova visão de ensino e aprendizagem.

O fundamento de tudo estava no princípio de trazer um projeto para todas as escolas (que aderiram livremente ao projeto) para reconhecerem, analisarem e fazerem propostas para a solução de seus problemas. Pensar e fazer a cidade mais humana por meio das tecnologias. O território da megalópole seria o laboratório maker por excelência. Tal processo pedagógico-cognitivo era defendido no documento: “[...] um dos pilares da proposta é a existência de projetos concretos, que permitam que seu desenvolvimento seja permeado por um processo inseparável de ação, reflexão e discussão progredindo então para novas ações” (Soster, 2018, p. 157)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Tal visão de educação, nascida da prática-refletida, vinha ao encontro, diretamente, do pensamento de Paulo Freire que tinha sido secretário de Educação da cidade cuja gestão e programa duraram quatro anos (1989-1992).

Dentro dessa visão de construção de conhecimento, para todos, na direção do compromisso social e com a mediação das tecnologias como instrumento-para-se-pensar-com, inúmeras e emblemáticas escolas públicas da cidade aderiram ao projeto.

Ele foi lançado em 2002, pela prefeita da cidade, e operado, durante toda a sua gestão, até o ano de 2004, tendo continuidade nas gestões seguintes, embora a análise de seus resultados não seja objeto desta pesquisa<sup>6</sup>.

O projeto foi apresentado para ser realizado em quatro fases.

A primeira fase foi marcada pelas ações de “Desenvolvimento humano (oficinas com professores), identificação dos parceiros e localidade (escolas, centros comunitários), trabalho de campo, escolha dos primeiros projetos” (Soster, 208, p. 157).

A segunda fase foi muito inspirada num princípio educativo e político de Paulo Freire que atravessa toda sua obra de que o pensamento utópico não é o pensamento sobre o irrealizável, mas aquele que denuncia as injustiças e é capaz de anunciar um novo mundo mais humano.

Essa fase, diz o documento do MIT/Media Lab/Future of Learning “A cidade que a gente quer”:

Se inicia com a investigação pelos alunos da rede, acerca da situação da cidade por meio de pesquisas, conversas com familiares, membros da comunidade [...] e a partir deste levantamento criariam modelos, vídeos ou objetos de arte concretizando suas sugestões para a solução dos problemas encontrados (Soster, 208, p. 156).

Essa fase também culmina com uma exposição dos projetos e modelos, a ser espalhada por todas as escolas da cidade envolvidas no programa.

A terceira fase é chamada de “A cidade que a gente quer e vai fazer agora”. A força pedagógica desta fase é de aproveitar todo o trabalho de modelagem e proposição de projetos feitos pelos alunos, ao longo da fase dois, para de fato implementá-los na cidade, usando diferentes tecnologias. Tais atividades andariam juntas com a reflexão sobre o significado de mudanças no currículo e na escola por sua aproximação com a comunidade e com o uso das tecnologias.

### 3 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados do ensaio e do estudo de caso:

---

<sup>6</sup> A Escola Pública Municipal de Heliópolis, Presidente Campos Salles, dirigida na época pelo professor Brás Rodrigues Nogueira, foi a primeira a aderir ao programa, tendo realizado inúmeras formações com as equipes do MIT e do Laboratório LSI/USP. A escola até hoje é reconhecida nacionalmente como um exemplo de integração da aprendizagem escolar com as questões da sociedade e do bairro.

### 3.1 O CONHECIMENTO E A PRÁTICA: SUAS ARTICULAÇÕES

Conhecimento é uma produção do corpo ou da alma? É uma atribuição da mão ou da mente? Qual conhece o quê? Há conhecimentos específicos da mente e outros da mão?

É a alma ou o corpo que conhece? O conhecimento vem de alguma parte externa ao sujeito ou nasce espontaneamente das suas capacidades inatas?

Duas balizas precisam ser postas para equacionar respostas a tais questões.

De um lado, pode-se afirmar que o fazer antecede o pensar. Pensamos por que fazemos. Mas apenas o fazer não justifica o pensamento. Os animais todos fazem e não têm características do pensamento humano.

O nosso fazer (situações exigidas para a sobrevivência de comer, morar e viver em conjunto), historicamente, foi se construindo junto com o pensar. Quanto mais pensávamos e fazíamos, mais aprendíamos a pensar e a fazer melhor. A anterioridade do fazer é meramente uma forma de explicar o início de tudo, mas o fazer e o pensar humanos se constituíram mutuamente. Melhor penso, melhor faço. Melhor faço, melhor penso.

Onde se encontra a separação entre o pensar e o fazer? Onde precisamos do fazer para pensar melhor? Em que precisamos do pensar para fazer melhor e fazer o bem?

A valorização do pensar sobre o fazer se iniciou com o estabelecimento do poder diferenciado entre os seres humanos. O que foi representado pela separação das atividades por hierarquias, privilégios, meritocracias e recompensas diferenciadas.

Nas comunidades indígenas, a divisão social do trabalho é muito tênue, do ponto de vista relações sociais, embora a divisão de trabalhos entre homens e mulheres seja óbvia e aparentemente desigual. As sociedades como a egípcia, de 5.000 anos a.C. se revelaram como uma estrutura altamente partida e com os modos de trabalho fragmentados em diferentes funções que traziam, exatamente por isso, a desvalorização da produção de enormes grupos sociais. Sacerdotes, contadores dos tesouros reais, membros da corte, trabalhadores rurais, comerciantes, artífices, legisladores, guerreiros e generais, castas sagradas, escribas, realeza e nobreza e seus servidores. Nessa breve listagem da organização social egípcia vê-se que alguns desses atores sociais “faziam e produziam” materialmente, arroz, tijolo e talhavam pedras. Outros pensavam, escreviam, guerreavam e governavam na defesa do pretense interesse de todos. Alguns desses falavam com os deuses ou eram seus representantes. Os ‘práticos’ que trabalhavam com as mãos, ou eram escravos ou eram cidadãos de segunda categoria. Quando os que agem com as mãos são desvalorizados e trabalham para os que “pensam”, vivem em baixas condições de sobrevivência e os demais são valorizados e têm privilégios sociais, vai-se confirmando que o “fazer não é bom”. A partir desse breve exemplo, temos a história da desvalorização

do trabalho, do fazer e do labor manual com relação ao prestígio do pensar, do rezar, do guerrear, do discursar. As marcas dessa divisão de trabalhos e recompensas sociais permanecem até hoje, diversificam-se e se aprofundam. A educação maker retoma a função histórica da produção manual como algo que pertence à própria constituição do ser humano. Sua entrada no debate se dá pela educação e pela aprendizagem, fatores que tornam indissociáveis a prática e o pensamento.

### **3.1.1 Conhecimento e democracia se alimentam**

Vamos à Grécia. O sentido original da palavra mito é “verdade”. Os mitos eram o sustentáculo da verdade entre os gregos. Os mitos sustentaram sua civilização no que diz respeito ao sentido da vida, às justificativas das guerras (médicas e púnicas ou as guerras familiares entre a própria nobreza), às pistas de como se sair delas e de suas exigências. A sua arquitetura, as artes em cerâmica ou mármore, as olimpíadas, a democracia, a academia platônica, os templos e os anfiteatros, as tragédias e comédias, a literatura heroica e a historiografia.

Sua civilização evoluiu de tal forma, entre 600 e 300 a.C., que o seu sistema de crenças, valores e a organização política foram abalados e iniciou-se um processo de mudanças. As cidades, mais que o campo, tornaram-se os elos agregadores da civilização helênica.

Data de 508 a.C. a primeira experiência formal da democracia ateniense a partir de uma revolta popular. O apogeu de Atenas se estabelece entre 460 e 430 a.C. na política, nas artes, nas guerras e no vigor econômico. Nessa época, além das atividades de filósofos, o teatro grego vai dar voz ao povo e não apenas às brigas entre as famílias nobres, afinal Medéia, Antígona e Édipo retratavam intrigas e assassinatos entre membros das famílias de governantes. O povo estava fora. O coro, inaugurado e valorizado no teatro grego, vem trazer o que o povo pensava sobre a vida e sobre o que era o sentido da pólis. O coro, composto por pessoas do povo – nem nobres nem deuses nem heróis-, acompanhava toda a trama das intrigas e assassinatos e criticava a nobreza, os deuses e suas loucuras. A voz do povo tem sabedoria. Nesse momento a filosofia e as questões da educação se colocam.

Em 428 a.C. nasce Platão e, em 383 a.C., nasce Aristóteles. Os dois filósofos trazem o maior embate havido entre os pensadores sobre o conhecimento, a aprendizagem e suas finalidades. O embate se dá pela divergência de concepção sobre o sentido da prática como elemento fundante da aprendizagem, como veremos adiante. No entanto, trazem algo em comum que aparece claramente: a ideia de conhecimento ligado à democracia como regime político e como dimensão individual da aprendizagem. A democracia é condição da aprendizagem, para os dois filósofos. E sem conhecimento não há democracia. Tal princípio também marcará o conceito de aprendizagem maker, naquilo que foi inspiração de Papert (1980), como veremos na segunda parte deste artigo.

Mas que conhecimento, que democracia?

Platão vai trazer no Mito da Caverna, a explicação de como se dá o conhecimento humano. Segundo ele, os homens e mulheres estão amarrados por correntes no interior de uma caverna escura, de costas para a sua saída, sem poderem olhar para trás, de onde vem a luz do sol. Isso lhes permite apenas olhar o fundo da caverna e ver as sombras móveis do mundo exterior projetadas no seu fundo. Sendo assim, eles, durante anos, só veem as sombras se moverem, a ponto de acharem que as sombras são a própria realidade. Além do mais, segundo o Mito, se olhassem o sol eles se cegariam por estarem desacostumados a tanta claridade.

O significado do mito para Platão nos leva a afirmar o seguinte sobre sua visão de conhecimento. O que conhecemos são sombras do real. O ser humano não pode contemplar o verdadeiro conhecimento porque ele tem um corpo material que o impede de ver a realidade. O corpo é objeto de nossas limitações cognitivas. Se não tivéssemos o corpo, poderíamos contemplar a realidade apenas com a alma, nossa melhor garantia de conhecimento, pois ela pode ver lá onde existe o mundo perfeito das formas (ou das ideias). O corpo e a matéria, que o compõem, estão no mundo sensível, mundo da ilusão, das crenças e das sombras. O verdadeiro conhecimento humano se encontra no mundo inteligível das ideias, da matemática e da ciência (episteme). Para ele, quanto menos o corpo intervier no processo cognitivo mais o conhecimento será puro e próximo da verdade. A visão platônica sobre o corpo é marcada pela desconfiança, uma vez que ele é material e por isso corruptível, mortal e limitado. A marca “idealista” do pensamento de Platão é registrada aqui: só as “ideias” nos levam ao conhecimento perfeito. O verdadeiro ser está no mundo das ideias e das formas perfeitas.

Aristóteles (383 a.C.), discípulo de Platão, vai se contrapor ao seu mestre, afirmando que a contemplação das formas perfeitas não é o que produz o conhecimento, mas tudo se inicia com a observação vinda dos sentidos (tato, olfato, visão, paladar e audição). O corpo é nosso primeiro acesso ao mundo, pois o homem não é um espírito que tem um corpo, mas ele, o corpo, é uma dimensão essencial do ser humano. Sou um corpo. O espírito abstrai as experiências do corpo, não prescinde delas. Daí que a experiência é a base da constituição do conhecimento abstrato, formal, científico ou filosófico, elaborado pelos processos mentais.

Aristóteles estabelece a ideia de que há uma hierarquia nos vários tipos de conhecimento. As sensações são o primeiro acesso do ser humano à informação. O acúmulo destas sensações na memória, cria a experiência (empíria). Por isso, os animais que têm memória podem aprender. A repetição das experiências sensoriais gera o conhecimento prático (tekne ou ars) um saber que age para produzir resultados. A técnica do arquiteto produz templos ou casas. A técnica do político produz bem-estar social, assim como a técnica do professor produz aprendizagem, sua e do aluno. A demonstração da

validade da técnica está nos efeitos que produz e em sua eficácia: a técnica médica é comprovada pelos resultados na saúde. E só. Sua falsidade advirá de sua incompetência.

Até aqui vemos que as raízes epistemológicas da educação maker é validada pela sua eficácia em gerar produtos que evidenciem a eficácia da capacidade de professores, tutores, “devices” digitais, e dos aprendizes de gerarem produtos que lhes permitam interpretar a realidade e agir conjuntamente sobre ela, mediados pelas tecnologias.

Aristóteles trará ainda uma quarta dimensão das ciências teóricas que não estão condicionadas às suas aplicações práticas. O ser humano, segundo o filósofo, elabora conhecimentos científicos, pois é capaz de estabelecer uma articulação entre os princípios lógicos e os dados das sensações. Um não anda sem o outro. As nossas noções universais originam-se das observações dos sentidos por processo de abstração e, depois, podem ser aplicadas a quaisquer outras realidades análogas. “Até as noções de matemática fundam-se próxima ou remotamente em quantidades reais” (Morandini, 1963, p. 409).

A aprendizagem é feita na pólis, e, portanto, todas as suas qualidades são realizadas na vida coletiva da república e na democracia. No livro VI, cap. 4 da Política de Aristóteles, aparece muito claramente como a vida na cidade, justa e livre, vê a democracia:

[...] § 2. Nos termos da lei que regula a democracia, a igualdade significa que os ricos e os pobres não têm privilégios políticos, que tanto uns como outros não são soberanos de um modo exclusivo, e sim que todos são exatamente na mesma proporção. Se é verdade, como muitos imaginam, a liberdade e a igualdade constituem essencialmente a democracia elas, no entanto, só podem aí encontrar-se em toda sua pureza, enquanto gozarem os cidadãos da mesma perfeita igualdade política. Mas, como o povo constitui sempre a parte mais numerosa do Estado, é a opinião da maioria que faz a autoridade, é natural que seja isso a característica essencial da democracia. [...] (Aristóteles, s.d, s.p.).

Por isso, como foi apontado anteriormente, a política e a ética (como cuidado com o bem-comum e maior) fazem parte intrínseca da aprendizagem. Princípios esses que serão retomados dezenas de séculos depois com outros filósofos, pensadores e políticos como Bacon, Comenius, Hobbes, Rousseau, Vygotsky, Piaget, Dewey e Paulo Freire. Dois desses pensadores, pesquisadores e filósofos, Comenius e Dewey, serão aqui destacados, bem como os fundamentos de onde extraem a inspiração para o desenho do longo caminho das bases teóricas da aprendizagem ativa, construída pessoal e socialmente, em regimes especiais como os das escolas. O que se acrescentará a tantos séculos de história, em nosso caso da educação maker, serão as suas mediações tecnológicas computacionais – a internet, os computadores pessoais, os smartphones, as redes sociais, os mecanismos de busca e os de vigilância – sinteticamente chamadas de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC).

### 3.1.2 Passando pela modernidade

Não se pense que as matrizes conceituais do “Aprender fazendo” ou a “Aprendizagem maker” são invenções recentes e elaboradas todas de uma vez. Vai se evidenciar aqui o tecido de uma longa história de alguns milhares de anos. Serão trazidos mais dois autores que contribuíram para o desenho das longas tramas para a compreensão dos componentes do que é o conhecimento, do que é o ensino e do que é a aprendizagem.

O que é novo no cenário atual são as TIC, inseridas no contexto da educação formal escolar, nos currículos de diferentes graus de ensino, na formação de professores e nos equipamentos das escolas.

Após a Grécia, representada brevemente por Platão e Aristóteles 4º século a.C., traz-se agora Amós Comenius (1592-1670), teólogo nascido na Morávia (atual república Tcheca) que vai defender que os estudos não precisam ser maçantes, sem sentido e cheio de textos a serem decorados, ele propõe um modelo de ensino que parta da ideia de unidade que subjaz a toda a experiência humana, pois todos podem aprender tudo. (Narodowski, 2004). A metodologia do ensino ideal deve levar em conta o desenvolvimento da Ciência, em parceria com o empirismo de Bacon (1561-1626). Como pensamento e linguagem andam juntos, as próprias palavras devem, segundo Comenius, derivar dos objetos da experiência pessoal. Por ser assim, o conhecimento do mundo depende do cultivo dos sentidos (tato, olfato, visão, paladar, escuta), buscando estabelecer articulações entre a linguagem e as experiências. Antecipa-se, assim, o estímulo nos processos contemporâneos de ensino, a mobilização dos aprendizes pela elaboração de projetos que nasçam da observação do cotidiano, dos problemas sociais, das relações interpessoais e de suas manifestações. Como representar a complexidade das relações do ser humano com a natureza, com o futuro, com as demais culturas são os desafios dos estudos feitos em ambientes escolares, nesse início de século XXI, como desafio às construções curriculares e à busca de sua eficácia e significado pedagógico. Comenius tem como fundamento de seus métodos, apresentados na *Didática Magna* (1638), que o ensino formal deve incluir em si, sobretudo, a educação do pobre, numa perspectiva claramente democratizante. Para ele, toda a criatura humana é racional e pode aprender tudo: “Ser criatura racional é ser observador, denominador e classificador de todas as coisas; isso significa conhecer e poder nomear e entender tudo aquilo que o mundo inteiro encerra” (*Didática Magna*, 1638, p. 9).

Depreende-se daí, nesse brevíssimo resumo, a visão maker de Comenius. Não apenas o ser humano observa, mede, compara, sopesa, classifica, mas dá uma nomenclatura ao vivido e observado, para que possa ser interpretado e compreendido, na experimentação de um longo processo de construção do conhecimento pessoal e universal, para todos.

### 3.1.3 Dewey a democracia e as finalidades da aprendizagem

As propostas de John Dewey (1859-1952) com relação à educação são profundamente inspiradoras para a consistência e coerência desenvolvidas pelo pensamento e metodologia maker.

Ele parte de questões orientadoras das práticas e da busca da finalidade de própria educação. A visão de Dewey leva em conta a contemporaneidade e seus complexos problemas que exigem uma síntese das evoluções, do sentido do conhecimento, produzidas pelos múltiplos pensamentos filosóficos que nos antecederam. Para fazer a síntese proposta, ele retoma as questões básicas da filosofia.

Educar para quê? Aprender para quê? Dewey não defende uma visão utilitária e imediatista para a educação. A Educação (formal, pública e geral) tem a finalidade em si mesma. Aprendo porque aprender é bom e digno. O retorno essencial que a educação me dá é a sua própria fruição. A finalidade de alguém jogar uma partida de futebol não é a vitória nem a sua finalidade é que o jogo termine. Se assim fosse, o jogo só teria sentido para quem foi vitorioso; ou o simples acabar da partida seria o pretendido. Esse é um pensamento não finalístico como sentido da história. No entanto, suas perspectivas de respostas não param aí. As finalidades são múltiplas, visando a adaptação às demandas das épocas civilizatórias vividas ou às finalidades últimas da vida social: o bem-estar ou a felicidade, que são construções a posteriori e unem os diferentes fins vividos e almejados pela educação. Dewey insiste que “quanto mais amplos e diferenciados forem os fins, mais poderão ser confiáveis, exatamente por serem diferentes iluminações da mesma realidade” (Cirigliano, 1973, p. 126).

Os fins da educação são mais ou menos amplos, dependendo da ótica sob a qual os encaramos: os fins de uma época econômica, os de um padrão religiosos, de uma intenção individual ou de um momento de guerra.... a resposta é polivalente.

Dewey vai adiante e pergunta ainda: poderia um ser humano viver sem saber por que vive? Ou poderia viver simplesmente? Começaria pela ação e depois iria descobrindo a finalidade pela própria vivência educativa? A resposta implícita é sim.

O mentor de um programa educativo pode ter um objetivo claro, mas o aprendiz pode criar vivências para executar aqueles objetivos de forma ambígua e desconectada com relação à consecução dos fins propostos inicialmente. Há sempre grandes finalidades da sociedade e de seus tempos (econômicas, religiosas, individuais ou culturais...). Além disso, coexistem os fins da educação em si (letramentos, ciências, pensamentos autônomos, convívio de redes de aprendizagem etc.).

No entanto, entre todas as complexas finalidades da educação, Dewey vai destacar uma especial e ampla: criar ambiente para liberar as atividades flexíveis, variadas e inovadoras que permitam ao

aprendiz ter experiências democráticas e diversas como a sociedade requer como, por exemplo, compartilhar ao máximo “interesses comuns” e “abertura a outros grupos” (sejam quais forem...).

Em breve síntese, a proposta que marca mais fundamentalmente a ideia motora e finalística da educação é a democracia, a partir da base em que se vive numa sociedade de mudança e para a mudança. “Não há um fim no desenvolvimento e na mudança senão eles mesmos, vistos como progresso social. O elemento educativo que traz em si uma síntese das finalidades da educação é a democracia.

Dewey (1979a, p. 93) vai afirmar peremptoriamente, ao justificar a democracia como uma finalidade da educação que: “Uma democracia é mais que uma forma de governo: é primordialmente, uma forma de vida associada de experiência conjunta e mutuamente comunicada”.

Nos valores estruturais trazidos por Seymour Papert em toda sua vasta obra educativa pelo mundo (Vietnã, Nigéria, França, arredores das grandes cidades norte-americanas, Brasil...), podem-se ver presentes as contribuições de Dewey. Sua obra e influência aparecem notadamente na ideia de que todos podem aprender; a de que todos podem aprender fazendo o que lhes aparece como valor e contanto que possam compreender as suas finalidades. Mas além disso, os projetos maker são impregnados de caráter de mudança, de criação e de aceitação do que é diferente, valor sintetizado na ideia de educação para a democracia. Traz-se de novo Aristóteles, ao fim desta breve história de alguns educadores que influenciam as propostas da educação maker, falando sobre Política e democracia:

[...] § 1252a. Visto que toda cidade é um tipo de associação e que toda associação se forma tendo em vista algum bem (porque todos os homens sempre agem tendo em vista algo que lhes parece ser um bem), resulta claramente que, se todas as associações visam um certo bem, aquela que é a mais alta de todas e engloba todas as demais é precisamente a que visa ao bem mais alto de todos; ela é denominada cidade (pólis), ou comunidade política (Aristóteles, idem, ibidem).

E completando Aristóteles, pode-se dizer que a Política e a Democracia são componentes essenciais também da Educação – e que estão contidas nas metodologias maker de aprendizagem. A experimentação livre, o trabalho com projetos nascidos dos problemas trazidos pelos alunos e a visão do compromisso social de educação marcam os métodos maker de aprendizagem. Tais métodos, em termos históricos, estão em fase de construção e aperfeiçoamento. E é dentro da perspectiva que tal método se constrói continuamente que este artigo apresenta sua contribuição de pesquisa e reflexão.

A democracia, no sentido lato do termo, pode ser o modo de viver práticas sociais que apontam para a dimensão política da educação, como se verá adiante, no relato da experiência “a cidade que a gente quer”, realizada em São Paulo Brasil e o experimento-pesquisa relatado nesse artigo.

### 3.1.4 Aprender fazendo nos tempos atuais

O movimento maker, como pontuado, emergiu nos Estados Unidos no início dos anos 2000, tendo como um de seus marcos fundadores o trabalho de Neil Gershenfeld (2005) no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Gershenfeld e sua equipe iniciaram um projeto inovador que culminou na criação dos primeiros Fab Labs (fabrication laboratories) ou laboratórios de fabricação, espaços colaborativos onde qualquer pessoa poderia projetar e fabricar objetos utilizando tecnologias de fabricação digital acessíveis, (Gershenfeld, 2005). Esses laboratórios foram concebidos como um meio de democratizar a tecnologia e incentivar a inovação aberta, permitindo que indivíduos de diferentes origens e níveis de conhecimento se tornassem criadores e desenvolvedores de soluções tecnológicas.

Com o tempo, o conceito de Fab Labs e a filosofia do "faça você mesmo" (DIY - do it yourself) evoluíram para uma prática colaborativa, conhecida como "faça com os outros" (DIWO - do it with others), destacando a importância do trabalho em equipe e da cocriação para resolver problemas de maneira inovadora (Troxler, 2014). Essa evolução foi impulsionada pelo crescente acesso às tecnologias de fabricação digital, que se tornaram mais baratas e fáceis de usar, facilitando a difusão dos Fab Labs ao redor do mundo. O autor também destaca a relação entre o movimento maker, a fabricação digital e as mudanças nos modelos de produção, apontando para uma "terceira revolução industrial" na qual a produção se torna mais descentralizada e colaborativa. Nota-se aqui a tendência constante de trazer os ideais do mundo fabril (3ª revolução industrial) como modelo para a escola. Isto pode ser considerado um desvio dos valores traçados pelos educadores que nunca defenderiam os padrões das mudanças do mundo industrial para serem aplicadas para as finalidades da escola.

As tecnologias centrais para o movimento maker incluem impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica e outros equipamentos eletrônicos de fabricação digital. Essas ferramentas tornaram-se cada vez mais acessíveis ao público geral, permitindo que pessoas sem formação técnica aprofundada possam projetar e fabricar seus próprios produtos (Gershenfeld, 2012). A utilização de software e hardware open source tem sido um aspecto crucial, pois facilita a replicação e adaptação das tecnologias para diferentes contextos e realidades (Blikstein, 2013).

Para além das tecnologias de fabricação, o movimento maker é sustentado por uma cultura de aprendizagem que privilegia a prática colaborativa, mas dentro dos objetivos educação e do compromisso social. Esta abordagem incentiva os participantes a engajar-se em processos de experimentação, prototipagem e compartilhamento de ideias, promovendo um ambiente onde o aprendizado é entendido como um processo contínuo e coletivo. (Dougherty, 2013).

O movimento maker, especialmente em sua integração com a educação contemporânea, fundamenta-se em teorias educacionais que priorizam a aprendizagem ativa e a construção do

conhecimento, com raízes nas obras de John Dewey, Jean Piaget e Seymour Papert. Esses autores estabeleceram os alicerces para práticas pedagógicas que valorizam a experiência prática, a experimentação e a criação, elementos centrais para a filosofia maker.

As contribuições de John Dewey (1859-1952) são fulcrais. Em sua obra *Experiência e Educação* (1979a), Dewey propôs que o aprendizado deve ser uma atividade ativa e reflexiva, na qual os estudantes se envolvem diretamente em situações que demandam a aplicação do conhecimento teórico em contextos práticos. Ele defendia que "a educação não é uma preparação para a vida; é a própria vida," destacando que a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa quando os alunos têm a oportunidade de explorar, experimentar e resolver problemas reais (Dewey, *idem*). Esta filosofia encontra reflexo direto nos Fab Labs, onde os participantes desenvolvem soluções tangíveis para desafios concretos, transformando ideias abstratas em produtos materiais por meio de práticas colaborativas e de experimentação. Como ressaltado por Ribeiro (2015), "a pedagogia de Dewey propõe a junção entre a experiência prática e a reflexão crítica, princípios que ressoam fortemente na educação maker, ao permitir que o aprendizado ocorra por meio do engajamento e da ação" (Ribeiro, 2015, p. 82).

A obra de Jean Piaget (1896-1980) contribuiu significativamente para essa visão ao propor o conceito de construtivismo. O autor argumentava que o conhecimento é construído ativamente pelo indivíduo através da interação contínua com o ambiente. Em *Psicologia e Pedagogia* (2010), ele descreve o desenvolvimento cognitivo como um processo dinâmico de construção, no qual os alunos constroem suas próprias compreensões a partir de experiências concretas e sucessivas reorganizações de seu entendimento. Essa teoria é central para a educação maker, pois incentiva a experimentação e a construção de conhecimento a partir do envolvimento direto com o mundo físico. A prática maker, ao incentivar que os alunos projetem e fabriquem objetos, atua como um "organizador e provocador" para a aprendizagem construtivista, proporcionando um ambiente onde a exploração e a manipulação de materiais são fundamentais para o aprendizado.

Seymour Papert (1928-2016), aluno de Piaget, expandiu essa abordagem ao desenvolver o conceito de construcionismo. O autor introduziu a ideia de que a aprendizagem se torna mais profunda e significativa quando os alunos estão engajados na criação de artefatos tangíveis, como protótipos, robôs ou projetos digitais. Papert argumenta que, ao construir algo concreto e significativo, os alunos não apenas aplicam o conhecimento, mas também desenvolvem uma compreensão mais profunda e personalizada. Essa abordagem vai além do construtivismo ao enfatizar a importância do fazer como um processo de aprendizado, onde a reflexão e a ação são integradas. O construcionismo de Papert (1980, 1985) destaca o papel crucial do ato de construir como um meio de aprender, transformando a

sala de aula em um espaço de experimentação e inovação. Nos Fab Labs e em outros espaços de educação maker, a filosofia construcionista está no cerne das atividades, pois estimula os alunos a explorar, testar e compartilhar suas criações, promovendo a aprendizagem colaborativa e ativa. Vale destacar aqui que a estrutura das propostas de Papert se referem à programação como estruturadora do pensamento, mediada pela problematização das tarefas.

A integração do movimento maker com a educação foi aprofundada por Paulo Blikstein (2013), que desenvolveu o conceito de FabLearn. Inspirado pelos princípios dos Fab Labs, o FabLearn adapta essas práticas para o contexto escolar, promovendo a utilização de uma combinação de ferramentas digitais, analógicas e de fabricação para o desenvolvimento de projetos práticos ou protótipos pelos estudantes e professores. Blikstein (2013) argumenta que as práticas de fabricação digital têm o potencial de democratizar o acesso à tecnologia e promover uma educação mais inclusiva e transformadora, possibilitando que os alunos desenvolvam habilidades como criatividade, pensamento crítico e colaboração.

Outro conceito essencial na educação maker é a interdisciplinaridade, como exemplo, a educação maker se articula com a metodologia STEAM, abordagem educacional que integra cinco áreas do conhecimento: Ciência (Science), Tecnologia (Technology), Engenharia (Engineering), Artes (Arts) e matemática (Mathematics) (Yakman, 2018). Judith A. Ramaley (2001), quem ajudou a difundir o uso do termo e a promover iniciativas que reforçassem a integração do STEM no currículo escolar pontua a necessidade de encorajar uma abordagem educacional que refletisse melhor o mundo real, onde essas disciplinas estão interligadas e são essenciais para a inovação e o desenvolvimento econômico. Atualmente o acrônimo STEM foi acrescido de um a (artes) com o objetivo enfatizar que disciplinas como design, música, teatro e artes visuais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades importantes, como criatividade, pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação.

A educação maker, desta forma, se articula com a abordagem STEAM ao promover uma aprendizagem "mão na massa," na qual os alunos não apenas aprendem conceitos teóricos, mas os aplicam na criação de protótipos, experimentos e soluções tecnológicas. Essa prática fortalece a interdisciplinaridade, permitindo que os alunos explorem conexões entre ciência, tecnologia e artes enquanto desenvolvem habilidades essenciais para o século XXI. Essa abordagem promove a aprendizagem ativa e prática, onde os alunos não apenas absorvem conhecimento, mas aplicam-no em projetos concretos e significativos (Martínez; Stager, 2013).

A educação maker fundamenta-se em diversos princípios pedagógicos, entre os quais se destacam as ideias de Paulo Freire. Freire propôs uma abordagem educacional que valoriza a

participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, enfatizando o desenvolvimento da consciência crítica e a possibilidade de transformação social. Esses elementos dialogam diretamente com a filosofia maker, que se orienta pela autonomia do aprendiz e pela aplicação prática do conhecimento em projetos concretos e contextualizados. A vida dos camponeses, dos favelados e dos cortadores de cana, no Nordeste Brasileiro, foram a primeira fonte de vivência do concreto e do contexto a partir do qual se lia o mundo e dele se participaria.

Freire (1974) argumenta que a educação deve ser um processo dialógico e emancipatório, no qual os alunos são incentivados a refletir criticamente sobre suas realidades e a desenvolver habilidades que os capacitem a intervir nelas. Essa concepção se contrapõe ao modelo abstrato de ensino, no qual o conhecimento é transmitido de forma unidirecional e centrada no professor para o aluno. Na perspectiva freiriana, a aprendizagem deve ocorrer de forma colaborativa e participativa, promovendo a reflexão e a ação (práxis) como elementos centrais do processo educativo.

Blikstein (2018) expandiu essas ideias ao adaptá-las para o contexto contemporâneo da fabricação digital e do aprendizado baseado em projetos. Ele observa que a educação maker pode ser uma ferramenta eficaz para promover a autonomia e o protagonismo dos alunos, ao oferecer oportunidades para que eles desenvolvam habilidades técnicas e criativas por meio da criação de soluções para problemas concretos das comunidades dos alunos. Nesse contexto, a educação maker possibilita que os alunos utilizem a tecnologia não apenas como um instrumento técnico, mas como um meio para exercer sua criatividade e para abordar questões sociais relevantes.

Nos espaços maker, a prática do diálogo é essencial para o desenvolvimento de projetos colaborativos. Alunos trabalham em grupos, discutem ideias, solucionam problemas e, por meio dessa troca, constroem novos conhecimentos. A prática maker, assim, promove um ambiente de aprendizagem que valoriza a contribuição ativa e o engajamento crítico, conceitos centrais na teoria freiriana de educação.

Freire defende que a educação deve promover a autonomia dos alunos, capacitando-os a serem protagonistas de seu processo de aprendizado. Essa autonomia é incentivada na educação maker, que se estrutura em torno da autonomia relativa dos alunos para explorar, experimentar e aprender por meio de atividades práticas. Ademais, oferece um espaço onde o erro, a incerteza, a dúvida são vistas como parte do processo de aprendizado, permitindo que os alunos desenvolvam a capacidade de diálogo, de resiliência e de habilidades de resolução de problemas ao criar protótipos e testar suas ideias.

Outro aspecto relevante das contribuições de Freire é a defesa de uma educação que promova a inclusão social e a justiça. Para Freire, a educação deveria ser um meio de reduzir desigualdades, permitindo que todos os indivíduos tenham acesso ao conhecimento e às oportunidades de

desenvolvimento. De maneira similar, a educação maker contribui para a inclusão social ao democratizar o acesso às tecnologias de fabricação digital.

Blikstein (2018) sugere que, para que a educação maker alcance todo o seu potencial transformador, é fundamental que ela seja acessível e inclusiva, promovendo iniciativas que ampliem o acesso a ferramentas e recursos, especialmente para populações que historicamente têm menos oportunidades de acesso a tecnologias e demais ganhos da sociedade. Os espaços maker podem funcionar como centros de inovação e inclusão, onde alunos de diversas origens têm a oportunidade de desenvolver suas habilidades e aplicar seu conhecimento para criar soluções que beneficiem suas comunidades.

A aprendizagem baseada em projetos (ABP) é uma metodologia que se destaca no contexto da educação maker. Em vez de aprender conceitos de forma isolada, os alunos são incentivados a aplicar conhecimentos teóricos na criação de projetos práticos e colaborativos. De acordo com Blikstein (2018), a PBL permite que os alunos testem, fracassem e ajustem suas criações em um ciclo iterativo de aprendizado, o que é uma habilidade fundamental no mundo contemporâneo.

A educação maker propõe um currículo que coloca o interesse e a curiosidade dos alunos no centro do processo de aprendizado. Essa abordagem é fundamentada na ideia de que o aprendizado se torna mais significativo quando os alunos podem explorar temas que despertam sua curiosidade natural e relevância pessoal. Um currículo maker, portanto, possibilita uma aprendizagem mais personalizada, onde os alunos são incentivados a seguir seus interesses coletivamente debatidos e apresentados e, assim, desenvolver um senso de propriedade sobre seu aprendizado. O conceito de Currículo Orientado por Interesses, embora não seja atribuído a um único teórico, emerge de uma tradição pedagógica que valoriza a aprendizagem centrada no aluno, um conceito construído ao longo de décadas, influenciado por pensadores que acreditavam na importância da autonomia, experiência e interação social no processo educacional.

Valente, Blikstein e Meireles (2020) destacam que a educação maker, precisa ser vista como uma prática que pode ser integrada ao currículo. Eles sugerem que o movimento maker proporciona um ambiente rico para desenvolver habilidades interdisciplinares, como criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas, que são essenciais para a formação dos estudantes no século XXI.

### 3.2 ESTUDO DE CASO: O BRASIL EM 2001 E 2017

A cidade em que a gente vive pode ser a cidade que a gente quer. Mas isso exige análise, propostas conceituais claras, inteligência e trabalho.

É dentro deste conceito que foi criado pelo MIT/Media Lab/Future of Learning<sup>7</sup>, para a Secretaria Municipal da cidade de São Paulo – Brasil, projeto que articula o pensamento computacional, as ações sociais, a melhoria dos processos de aprendizagem, o aprender pela prática-refletida, enfim, propõe reformulações curriculares e do conceito de ensino<sup>8</sup>.

A história do desenvolvimento do pensamento maker, passa por muitas mediações elaboradas por diferentes atores, num complexo processo de evolução. O conceito maker aplicado à educação (talvez diferentemente de outros espaços maker) carrega dentro de si a capacidade de articulação de equipes. Equipes multidisciplinares que, por sua vez, carregam a ideologia de compromisso com dimensões de impactos cognitivos e sociais de seu trabalho.

Assim foi o caso de um episódio do início do século XXI, na cidade de São Paulo, quando uma equipe do MIT<sup>9</sup>, reuniu-se com os dirigentes da Educação Pública Municipal<sup>10</sup>, inclusive com o secretário, para apresentar-lhes uma proposta intitulada “A cidade que a gente quer”.

A visão do projeto era baseada numa ambiciosa meta apresentada na abertura do documento que enfatizava que se vivia à época “momento de rara sinergia entre a vontade política do poder público, a disposição da sociedade civil, a disponibilidade e o custo das tecnologias e a existência da capacitação acadêmica para criar, planejar e implementar essa visão [...]” (Soster, 2018, p. 156).

O documento de apresentação da Proposta “A cidade que a gente quer” trazia dois motivos que se juntavam para dar consistência às propostas. De um lado, a estrutura das formas de aprender neste início de século exigia transformações da natureza das atividades das escolas. De outro, as grandes massas populacionais que acessavam a educação na cidade de São Paulo exigiam aprendizagens significativas, para todos e de qualidade. Tal princípio fazia parte da política da educação pública da cidade que defendia a enorme quantidade de alunos, professores e comunidades envolvidas – não eram contra à educação de qualidade, mas antes exigiam qualidade como um bem público e não privilégio de alguns programas-piloto. A tecnologia de ampla divulgação e de muitos se comunicando com

---

<sup>7</sup> Informações sobre o projeto disponíveis em <https://www.media.mit.edu/groups/future-of-learning/overview/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

<sup>8</sup> Pode-se afirmar, sem dúvida, que o conjunto de ideias trazidas pelo MIT/Media Lab em 2001, já continha, em embrião e em prática, as ideias hoje reconhecidas como educação maker.

<sup>9</sup> A equipe do MIT (Media Lab Future of Learning) que se reuniu na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, em setembro de 2001, foi resultado de um arranjo interinstitucional envolvendo também a Universidade de São Paulo LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis da Física – representada por Roseli de Deus). Estava composta, inicialmente, por Alice Cavallo, Anindita Basu, Arnan Sipitakiat, David Cavallo, Edith Ackermann, Federico Casalegno, Georgina Echaniz, Jacqueline Karaaslanian e Paulo Blikstein.

<sup>10</sup> Naquele momento (2001), a Secretaria tinha em torno de 900 escolas sob sua responsabilidade, envolvendo uma rede de 1.000.000 de alunos, espalhados numa cidade de 10.000.000 de habitantes. Contava, então, a Rede Pública Escolar do município com 60.000 educadores.

muitos e trabalhando pelo bem comum da cidade só traria benefícios e inovações às escolas e à aprendizagem dos alunos.

Outro princípio áureo do projeto era o de que a cidade, as comunidades, os distritos urbanos, as escolas e os indivíduos constituíam o ambiente mais propício para alteração do cotidiano pelas interferências do saber significativo da escola e de suas práticas.

Na rede de escolas públicas havia uma inquietação saudável no sentido de pedir mudanças.

Ciências e suas linguagens, tecnologias, literatura, artes, comunicação, história, geografia e suas interfaces podem ser a forma mais eficaz de trazer nova significação para o currículo escolar: a mediação das tecnologias da informação e comunicação tornava-se um diferencial nessa proposta. As ideias do Construcionismo de Papert, do aprender-fazendo e pensando socialmente eram os fundamentos que davam segurança ao projeto. Neste sentido, Papert (1985), Paulo Freire (1976, 1996) e Dewey (1979b) foram os primeiros inspiradores teóricos e práticos, mais próximos dessa nova visão de ensino e aprendizagem.

O fundamento de tudo estava no princípio de trazer um projeto para todas as escolas (que aderiram livremente ao projeto) para reconhecerem, analisarem e fazerem propostas para a solução de seus problemas. Pensar e fazer a cidade mais humana por meio das tecnologias. O território da megalópole seria o laboratório maker por excelência. Tal processo pedagógico-cognitivo era defendido no documento: “[...] um dos pilares da proposta é a existência de projetos concretos, que permitam que seu desenvolvimento seja permeado por um processo inseparável de ação, reflexão e discussão progredindo então para novas ações” (SOSTER, 2018, p. 157)<sup>11</sup>

Dentro dessa visão de construção de conhecimento, para todos, na direção do compromisso social e com a mediação das tecnologias como *instrumento-para-se-pensar-com*, inúmeras e emblemáticas escolas públicas da cidade aderiram ao projeto.

Ele foi lançado em 2002, pela prefeita da cidade, e operado, durante toda a sua gestão, até o ano de 2004, tendo continuidade nas gestões seguintes, embora a análise de seus resultados não seja objeto desta pesquisa<sup>12</sup>.

O projeto foi apresentado para ser realizado em quatro fases.

---

11 Tal visão de educação, nascida da prática-refletida, vinha ao encontro, diretamente, do pensamento de Paulo Freire que tinha sido secretário de Educação da cidade cuja gestão e programa duraram quatro anos (1989-1992).

12 A Escola Pública Municipal de Heliópolis, Presidente Campos Salles, dirigida na época pelo professor Brás Rodrigues Nogueira, foi a primeira a aderir ao programa, tendo realizado inúmeras formações com as equipes do MIT e do Laboratório LSI/USP. A escola até hoje é reconhecida nacionalmente como um exemplo de integração da aprendizagem escolar com as questões da sociedade e do bairro.

A primeira fase foi marcada pelas ações de “Desenvolvimento humano (oficinas com professores), identificação dos parceiros e localidade (escolas, centros comunitários), trabalho de campo, escolha dos primeiros projetos” (Soster, 208, p. 157).

A segunda fase foi muito inspirada num princípio educativo e político de Paulo Freire que atravessa toda sua obra de que o pensamento utópico não é o pensamento sobre o irrealizável, mas aquele que denuncia as injustiças e é capaz de anunciar um novo mundo mais humano.

Essa fase, diz o documento do *MIT/Media Lab/Future of Learning* “A cidade que a gente quer”:

Se inicia com a investigação pelos alunos da rede, acerca da situação da cidade por meio de pesquisas, conversas com familiares, membros da comunidade [...] e a partir deste levantamento criariam modelos, vídeos ou objetos de arte concretizando suas sugestões para a solução dos problemas encontrados (Soster, 208, p. 156).

Essa fase também culmina com uma exposição dos projetos e modelos, a ser espalhada por todas as escolas da cidade envolvidas no programa.

A terceira fase é chamada de “A cidade que a gente quer e vai fazer agora”. A força pedagógica desta fase é de aproveitar todo o trabalho de modelagem e proposição de projetos feitos pelos alunos, ao longo da fase dois, para de fato implementá-los na cidade, usando diferentes tecnologias. Tais atividades andariam juntas com a reflexão sobre o significado de mudanças no currículo e na escola por sua aproximação com a comunidade e com o uso das tecnologias.

#### **4 DISCUSSÃO**

Fica evidente que um conjunto de conceitos (e práticas) estão envolvidos na educação maker, que, ao ser implantado em diferentes contextos de aprendizagem, os diferentes atores recontextualizam suas bases teóricas incorporando novos olhares e novos conceitos, num movimento de inovação e evolução constante, vetorizados pelas questões sociais.

Não cabe, neste artigo, a análise dos resultados do projeto a partir das dezenas de escolas em que foi trabalhado, mas cabe relatar que passados quase 20 anos, as marcas de qualidade do trabalho, da formação dos experimentos das articulações interinstitucionais, estão ainda e cada vez mais presentes na Rede Pública Municipal de São Paulo, por meio das reformas curriculares havidas entre 2001 e 2017.

Destaque-se, de maneira especial, na reforma curricular de 2016, o material produzido no texto sobre Informática Para Aprendizagem que norteia os quase 1.000 professores - Orientadores de Informática Educativa (POIE) - existentes na Rede e que ensinam como a integração do espaço

curricular com o uso das Tecnologias em todos os nove anos do Ensino Fundamental e mesmo na Educação Infantil<sup>13</sup>.

No livro “Orientações Didáticas do currículo da cidade: Tecnologias para a Aprendizagem”, o manual de formação e guia de trabalho dos professores consta:

Os primeiros movimentos envolvendo a robótica na Secretaria Municipal de Educação, aconteceram entre o ano 2001 e 2014, com o projeto “A cidade que a gente quer”. O objetivo do projeto era observar a cidade de São Paulo, buscando soluções para os problemas da metrópole. Por meio da linguagem LOGO e a partir das premissas do construcionismo os estudantes buscaram soluções e criaram com diferentes materiais diversos protótipos. Em 2014 houve um resgate do Projeto “A cidade que a gente quer” envolvendo formação específica de programação Scratch, desenvolvida pelo MIT, que à época ganhava dimensão internacional (São Paulo, 2018, p. 16).

No mesmo livro, ganham espaços importantes capítulos que se referem à aprendizagem baseada em projetos, assim como: capítulos referentes à robótica, gamificação e um especial intitulado “Cultura Maker: possibilidades educativas”.

Afirma o texto-guia da Secretaria Municipal da Educação, dezoito anos depois da proposta inicial do MIT/Media Lab/Future of Learning:

A Cultura Maker é sobre o fazer, o pensar em soluções, o criar, o colaborar, o compartilhar, o interagir com o mundo. Na escola, a perspectiva dessa cultura está na possibilidade de os estudantes vivenciarem ciclos de projetos, com aprendizagem, acontecendo por agrupamentos de acordo com os interesses ou problemas do cotidiano. A aprendizagem colaborativa possibilita interação e empatia (São Paulo, 2018, p. 21).

Em 2017, a SME transformou três laboratórios de informática em espaços makers a partir do Projeto Laboratório de Educação Digital (LED). Segundo a Fundação Lemann (2020, p. 6), um LED pode ser definido como:

Uma sala de aula projetada para estimular a interação entre os alunos e torná-los protagonistas do processo de ensino-aprendizagem. Possui ferramentas como computadores portáteis, impressora 3D, cortadora a laser, furadeira e kits de robótica. Ali, com o direcionamento dos professores, os alunos são estimulados a testar hipóteses para as questões apresentadas em aula e a desenvolver projetos com o intuito de comprová-las - seja compreender o processo de uma corrente elétrica, seja criar um robô, do papel aos protótipos, por exemplo.

Antigas salas de informática foram transformadas em espaços maker com o objetivo de utilizar a tecnologia como potencializadora do ensino para estimular a interação entre os alunos e torná-los protagonistas do processo de ensino-aprendizagem.

---

<sup>13</sup> O livro é guia de trabalho e planejamento dos professores Orientadores de Informática Educativa da Rede, foi escrito por uma grande equipe de professores especialistas da SME. Professores e pesquisadores universitários já se dedicam ao tema, assessorando a própria Secretaria desde os primórdios do projeto (2001), como o prof. José Armando Valente.

Figura 1 - Laboratório de Educação Digital



Fonte: Guia LED da Fundação Lemann (2020, p. 6).

A seguir o Quadro 1 que apresenta a comparação entre os dois projetos:

Quadro 1 - Comparativo entre o Projeto A cidade que a gente quer e o Projeto “Laboratório de Educação Digital

	Projeto A cidade que a gente quer <sup>14</sup>	Projeto Laboratório de Educação Digital
Ano	2001	2017
Local	Escolas públicas da rede municipal de São Paulo e escolas geridas pela Fundação Bradesco	Centros Educacionais Unificados (CEU) Pera Marmelo, Feitiço da Vila e Capão Redondo
Adesão	Voluntária	Compulsória
Público	Escolas e professores interessados no projeto. Cinquenta escolas mais quarenta da Fundação Bradesco	Educadores dos três laboratórios das escolas de São Paulo e formadores da Secretaria Municipal de Educação
Alunos impactados	1 milhão de estudantes	Aguardando informe da SME – contato com Regina em 22/01/21 ou nós consultamos ou ...???

<sup>14</sup> Informações provenientes de Cavallo (2004).

Objetivo(s)	<p>Criar um ambiente de aprendizagem a partir dos interesses dos participantes no qual eles pudessem construir modelos computacionais para expressar as suas ideias.</p> <p>Re-ligar as escolas às comunidades através dos projetos.</p> <p>Desenvolver nos alunos a crença de que eles podem impactar positivamente o ambiente</p>	<p>Utilizar a tecnologia como potencializadora do ensino para estimular a interação entre os alunos e torná-los protagonistas do processo de ensino-aprendizagem</p>
Embasamento Teórico	<p>Construtivismo (Piaget, [7]), a consciência crítica através do envolvimento com o ambiente de Freire (1972), construcionismo de Papert (1991)</p>	<p>Aprendizagens com embasamento na teoria construcionista de Seymour Papert do MIT Media Lab (EUA), programa educacional de fabricação digital FabLearn, criado pelo professor Paulo Blikstein, da Universidade Stanford (EUA) que também possui embasamento na teoria construcionista</p>
Currículo	<p>Sem integração direta. A escola era livre para decidir se o projeto poderia ser integrado com áreas de conhecimento do horário regular das aulas ou extracurricular</p>	<p>Proposta alinhada com o novo currículo da rede municipal, construído a partir das diretrizes estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)</p>
Metodologia de aprendizagem	<p>Abordagem baseadas em problemas do mundo real como objetos de estudo (Rhem, 1988), contextualizando os problemas dentro de projetos</p>	<p>A aprendizagem criativa é uma metodologia de ensino baseada nos chamados 4Ps: Pensamento lúdico (<i>Play</i>), Paixão (<i>Passion</i>), Aprendizagem por pares (<i>Peers</i>), Aprendizagem Baseada em Projetos (<i>Project</i>)</p>
Materiais	<p><i>Gogo board, low tech</i>, sucata, peças de equipamentos e eletrônicos desmontados, dispositivos mecânicos</p>	<p>Computadores portáteis, impressora 3D, cortadora a laser, furadeira e kits de robótica.</p> <p>Características do espaço: mesas e banquetas, materiais de trabalho, computadores, internet, acústica, temperatura</p>
Formação	<p>Seminário para apresentar e discutir os conceitos e demonstrar as tecnologias e projetos possível.</p> <p>Workhops no laboratório da Poli-USP juntamente com os alunos do primeiro ano de engenharia.</p> <p>Realização da aquisição dos materiais junto com os professores e alunos. Documentação do processo, ideias e ferramentas para a próxima turma, realizado pelos professores.</p>	<p>Módulo 0: Orientações e construções sobre protocolos de segurança. Orientação e experimentação de ferramentas e máquinas das salas. Levantamento de demandas e expectativas a respeito da utilização do espaço como um todo.</p> <p>Módulo 1: Atividade de engenharia reversa, com desmonte de sucata eletrônica e análise de suas partes, propósitos e complexidades (isto é, olhar mais de perto, explorar complexidades e encontrar oportunidades). Seguindo a abordagem do Agency by Design, os educadores registraram o que foi aprendido e compartilharam os conhecimentos associados, com foco na importância do registro.</p> <p>Módulo 2: Construção da mão automatizada com arduino, placa de protoboard, servomotores e cortadora a laser, partindo de uma experimentação sensorial. Módulo</p>

		<p>3: Experimentação com diodo emissor de luz (led), circuitos de papel e kit de programação e computação física <i>Makey-Makey</i>.</p> <p>Módulo 4: Construção do banco de madeira e do suporte para celular, repassando os protocolos de segurança.</p> <p>Módulo 5: Mergulho nos processos e uso crítico de impressão 3D, nos desafios de modelagem, assim como nos exemplos de projetos e resolução de problemas.</p>
Lições aprendidas	Os alunos, ao desmontar equipamento, s aprenderam como eles funcionam e se empoderaram para incorporá-los em seus projetos	<p>Integração do currículo, formação e engajamento dos educadores, apoio extra dentro e fora do LED, participação da TI, valorização da autonomia.</p> <p>Ganhos percebidos pelos professores: integração da classe, autonomia, interesse dos alunos.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Este é o maior e mais presente testemunho da possibilidade de se construir, a partir da escola e de seu currículo, “uma cidade que se quer a partir da cidade em que se vive”, por meio do conhecimento e mediado pelas Tecnologias.

#### 4.1 LIMITAÇÕES E BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS MAKER EM LARGA ESCALA NO BRASIL

As dificuldades de aplicação de novas teorias que supõe grandes investimentos em recursos materiais e salariais não podem recair sobre seus alunos, sobre suas famílias nem sobre professores e a escola. As dificuldades elencadas devem-se à própria organização social e distribuição econômica e às disputas resultados da expropriação urbana que impedem ou limitam estruturalmente o acesso a redes digitais, sobrecarregam as horas de trabalhos das famílias de baixa renda e aos baixos salários dos educadores. Em nada podem ser atribuídas à escola e ao seu currículo, mas à estrutura injusta de partilha dos bens produzidos na 9ª economia do mundo.

Embora o movimento maker tenha se consolidado como uma abordagem educacional considerada como inovadora, com a adoção em diversas escolas públicas e privadas e em espaços de educação não formal, sua implementação enfrenta desafios complexos que requerem análise crítica.

A implementação de projetos maker em larga escala no Brasil enfrenta diversas barreiras, especialmente em contextos de baixa renda, não apenas o uso de metodologias adequadas, mas a própria organização do saber escolar.

Apesar de o movimento maker ser celebrado por sua abordagem inclusiva e democratizadora, alguns fatores limitam sua expansão de maneira equitativa pelo país. Uma análise das principais barreiras aponta para questões relacionadas a infraestrutura, formação de educadores, sustentabilidade financeira, desigualdade no acesso à tecnologia e suporte institucional.

Um desafio persistente para a implementação da educação maker é a manutenção financeira e infraestrutura tecnológica. Estabelecer e manter um espaço maker requer investimentos contínuos em equipamentos e materiais. Além disso, a atualização tecnológica constante é necessária para garantir que as ferramentas sejam eficientes e seguras para os usuários. No entanto, muitas escolas, particularmente em regiões de menor poder aquisitivo, carecem de recursos financeiros para adquirir e manter essa infraestrutura. Questões logísticas como a falta de conectividade à internet de alta velocidade tornam inviável a utilização de muitas ferramentas digitais necessárias para projetos maker. A disparidade na distribuição de recursos tecnológicos entre as escolas urbanas e rurais ou em comunidades de baixa renda representa um desafio significativo para a expansão da educação maker de maneira justa e equitativa.

A formação de professores continua sendo um dos pontos mais críticos para a implementação e sustentabilidade da educação maker. Os educadores necessitam formação para integrar metodologias maker em suas práticas pedagógicas, em especial de fabricação digital. Sem uma capacitação contínua, a educação maker corre o risco de ser limitada a atividades pontuais e superficiais, sem uma integração significativa ao currículo.

A desigualdade socioeconômica é um dos fatores que mais limitam a expansão de projetos maker em contextos de baixa renda. Embora a filosofia maker promova a ideia de que todos podem aprender e criar, a realidade no Brasil é que o acesso a tecnologias digitais ainda é um privilégio de poucos. O custo elevado de equipamentos e a falta de infraestrutura básica fazem com que muitas escolas, sejam excluídas de iniciativas maker.

Com base em uma análise mais profunda das limitações estruturais e pedagógicas envolvidas, Blikstein e Valente (2020) argumentam que a integração da educação maker no currículo requer não apenas recursos. Eles sugerem que a educação maker pode ser uma maneira de repensar o currículo, incorporando práticas interdisciplinares que incentivem a inovação, a criatividade e a solução de problemas.

## **5 CONCLUSÃO**

Este artigo explorou a evolução do movimento maker, sobretudo em duas experiências no Brasil, conectando suas origens filosóficas às práticas educacionais contemporâneas e demonstrando

como princípios históricos de "aprender fazendo" permanecem relevantes na implementação de projetos educacionais atuais. Partindo de uma análise que integrou tradições filosóficas de autores clássicos e contemporâneos, o artigo buscou apresentar uma visão abrangente das bases teóricas que sustentam a educação maker, bem como suas aplicações práticas, especialmente no contexto brasileiro. Mostrou assim que os fundamentos da educação crítica e criativa se constroem sempre a partir do fazer e refletir sobre o fazer.

A novidade no modelo maker é que as TIC se apresentam como mediadores especiais neste processo. Programação, imagens, rapidez de cálculos, ludicidade, colaboração, liberdade de escolha, tudo cria a possibilidade de uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Esses objetivos foram cumpridos ao longo do texto, inicialmente por meio de uma revisão detalhada da história do conceito de "aprendizagem ativa", desde a filosofia grega até os pensadores contemporâneos como Dewey, Piaget, Papert e Freire. Essa base teórica permitiu estabelecer uma linha evolutiva do movimento maker e evidenciar como a filosofia educacional de diferentes períodos históricos influenciou o desenvolvimento de práticas que valorizam a autonomia, da liberdade, da preocupação com os problemas locais, a experimentação e a criatividade. Ao abordar a articulação entre esses conceitos e os projetos concretos analisados, o artigo também buscou demonstrar como a educação maker promove um aprendizado contextualizado e crítico, por seu possível engajamento com a sociedade.

Um dos pontos centrais, a análise do projeto "A Cidade que a Gente Quer", traz um exemplo de como os princípios da educação maker já era praticada em espaços educativos no Brasil, mesmo antes de sua conceituação formal. O estudo de caso ilustra o exemplo prático dos princípios teóricos discutidos anteriormente, mostrando como a abordagem maker pode ser usada para desenvolver projetos colaborativos que envolvem não apenas a aquisição de habilidades técnicas, mas também a reflexão crítica sobre o ambiente e a sociedade. A abordagem interdisciplinar e colaborativa do projeto reflete a essência do movimento maker, que valoriza a cocriação e a experimentação como elementos centrais do processo de aprendizagem.

Destacam-se, no entanto, barreiras e limitações para uma adoção massiva da educação maker no Brasil, enfrenta desafios substanciais que precisam ser abordados com estratégias coordenadas e sustentáveis. Tais empecilhos estruturais se organizam e tem se perpetuado fora da escola. E ela não pode ser responsável pelo não crescimento de suas metodologias criativas ou libertárias. Para superar essas barreiras, é essencial que sejam desenvolvidas políticas públicas inclusivas que incentivem o financiamento contínuo, a formação de professores e a criação de infraestrutura que permita o acesso equitativo às tecnologias. Além disso, é fundamental que projetos maker sejam adaptados às realidades

locais, considerando as limitações econômicas e sociais das comunidades em que estão inseridos. A colaboração entre escolas, universidades, empresas e governos pode contribuir para superar essas desigualdades e garantir que as escolas e as mediações da educação maker realizem plenamente seu potencial transformador, especialmente em contextos de baixa renda.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA Fernando José de; MENDONÇA, Maria do Carmo. Logo: teoria e prática - Coleção o Computador na Escola. São Paulo: Scipione, 1986.

ARISTÓTELES. A Política. Rio de Janeiro: Ediouro, s.d.

ARISTÓTELES. Política. Edição Bilíngue. Tradução e Notas: António Campelo Amaral e Carlos Carvalho Gomes. Lisboa: Ed. Vega, 1998.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (Orgs.). FabLab: Of machines, makers and inventors. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. Educação e Pesquisa, 42(3), 837-856. 2014.

BLIKSTEIN, Paulo. Maker Movement in Education: History and Prospects. In: DE VRIES, M. J. (Ed.). Handbook of Technology Education. Cham: Springer, 2018. p. 419-437.

CAVALLO, David et al. The City that We Want: Generative Themes, Constructionist Technologies and School/Social Change. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings. Joensuu, 2004, p. 1034-1038. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/221424184>. Acesso em: 25 nov. 2020.

COMENIUS, Jan Amos. Didáctica Magna. México: Porrúa, 1997.

CIRIGLIANO, Gustavo. Filosofía de la Educación. Buenos Aires: Editorial Humanitas, 1973.

DEWEY, John. Vida e Educação. Tradução de Anísio Teixeira. São Paulo: Editora Nacional, 1976.

DEWEY, John. Democracia e Educação. Tradução de Anísio Teixeira e Godofredo Rangel. 4. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1979a.

DEWEY, John. Experiência e Educação. 3. ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1979b.

DOUGHERTY, Dale. The maker mindset. In: HONEY, Margaret; KANTER, David E. (org.). Design, make, play: 47 growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge, 2013.

FREIRE, Paulo. Papel da Educação na Humanização. Revista Paz e Terra, n. 9, p. 123-132, out. 1969.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1974.

FREIRE, Paulo. Educação como Prática da Liberdade. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1976.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREUD, Sigmund. O mal-estar na civilização. São Paulo: Penguin-Companhia, 2011.

FROMM, Erich. A Revolução da Esperança: por uma tecnologia humanizada. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

FUNDAÇÃO LEMANN. Laboratório de Educação Digital – Guia Completo. 2020. Disponível em: <https://fundacaolemann.org.br/materiais/laboratorio-de-educacao-digital-guia-completo>. Acesso em: 21 jan. 2021.

GERSHENFELD, N. Fab: The Coming Revolution on Your Desktop--From Personal Computers to Personal Fabrication. New York: Basic Books, 2005.

MARCUSE, Herbert. Cultura e Psicanálise. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

MARTÍNEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary. Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MORANDINI, Franciscus. Crítica. Romae: Aedes Universitatis Gregoriana, 1963.

NARODOWSKI, Mariano. Comenius & a Educação. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

PAPERT, Seymour. Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas. [S.l.]: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. Logo: computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. Introduction. In: HAREL, Idit; PAPERT, Seymour (Eds.). Constructionism Research Reports and Essays, 1985-1990. New Jersey: Ablex Pub. Corp, 1991. p. 00-00. PESQUISA A PÁGINA NA BIBLIOTECA DA PUC-SP]

PIAGET, Jean. Psicologia e Pedagogia. 10º. Ed. São Paulo: Forense Universitária 2010.

RHEM, James. Problem-Based Learning: An Introduction, in National Teaching and Learning Forum, vol.8 #1, 1988.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Educação. Orientações didáticas do currículo da Cidade: Tecnologias para a Aprendizagem. São Paulo: SME/COPEL, 2018. Disponível em: <http://portal.sme.prefeitura.sp.gov.br/Portals/1/Files/50727.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2018.

RAMALEY, Judith A. Why STEM Matters. U.S. National Science Foundation (NSF). 2001. Disponível em: <https://www.nsf.gov>. Acesso em: 19 out. 2024.

RIBEIRO, Márcio. Pedagogia de projetos e a educação maker: interfaces e inovações. Curitiba: Appris, 2015.

SOSTER, Tatiana. Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

TROXLER, Peter. Making the third industrial revolution: The struggle for polycentric structures and a new peer production common in digital manufacturing. *Journal of Peer Production*, n. 5, 2014. Disponível em: <http://peerproduction.net/issues/issue-5-shared-machine-shops/>. Acesso em: 19 out. 2024.

VALENTE, José Armando; BLIKSTEIN, Paulo; MOURA, Éliton Meireles de. Educação maker: onde está o currículo? *e-Curriculum*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, abr./jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2020v18i2p523-544>. Acesso em: 19 out. 2024.

VON HIPPEL, E. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

YAKMAN, Georgette. STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In: VASQUEZ, Jennifer A.; COMPEAU, Larry D.; CRAWFORD, Ruth. (Orgs.). *Puppets, people and probots: Using creativity to bring science, technology, engineering, arts, and mathematics to life*. Harrisonburg: James Madison University, 2008. p. 34-44