O PARAFUSO DE ARQUIMEDES E A CULTURA MAKER: UMA TRAJETÓRIA DO LETRAMENTO DIGITAL AO PROTAGONISMO AUTÔNOMO NO ENSINO FUNDAMENTAL

FABIO FERNANDO DE ARAÚJO

RESUMO
Este artigo analisa uma prática pedagógica inovadora de Cultura Maker e Tecnologias para Aprendizagem desenvolvida com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental na escola CEU EMEF Maria Clara Machado, na rede municipal de São Paulo desenvolvida durante o ano letivo de 2025. O projeto "O Parafuso de Arquimedes" teve como objetivo investigar o funcionamento de um mecanismo clássico de engenharia física através da modelagem 3D, programação desplugada e remix digital. O percurso metodológico estruturou-se em uma sequência didática investigativa e ativa, desdobrada em fases que compreenderam problematizações iniciais, manipulação de protótipos físicos, remix em repositórios digitais abertos e prototipagem rápida. O projeto culminou no desafio real de criar a lembrança oficial da I Jornada Pedagógica proposta pela Secretaria Municipal de Educação. Constatou-se que o engajamento em uma demanda comunitária concreta proporcionou aos educandos uma transição processual de protagonismo, saindo do nível investigativo e operacional até alcançar o nível colaborativo pleno e autônomo. Nesse estágio avançado, os estudantes orientaram os demais alunos e professores em decisões técnicas de fatiamento e impressão 3D. Os resultados obtidos evidenciam que a articulação intencional do fazer tecnológico à utilidade social potencializa a autoria científica, o letramento digital e a resiliência ativa dos discentes, consolidando as diretrizes curriculares municipais e as premissas de uma práxis freireana de construção emancipadora do saber.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura Maker; Protagonismo Estudantil; Tecnologias para Aprendizagem; Letramento Digital; Parafuso de Arquimedes.

ABSTRACT
This study analyzes a maker pedagogy practice with 7th-grade students in São Paulo, focusing on the "Archimedes' Screw" project. It investigated a classic physical mechanism using 3D modeling, unplugged programming, and digital remix. The methodology comprised an active five-phase sequence: initial questioning, hands-on physical prototyping, digital remixing, fast prototyping, and social sharing. The project culminated in creating the keepsake for the school's Pedagogical Conference. This authentic challenge enabled students to transition from operational to autonomous collaboration, advising educators on 3D printing. Results demonstrate that linking technology with social utility fosters scientific authorship, digital literacy, and active resilience.

KEY-WORDS: Maker Education; Student Protagonism; Learning Technologies; Digital Literacy; Archimedes' Screw.

INTRODUÇÃO

A inserção das Tecnologias para Aprendizagem (TPA) no contexto educacional contemporâneo exige que a escola ultrapasse o uso meramente instrumental e passivo dos recursos digitais. Em consonância com as diretrizes do Currículo da Cidade de São Paulo, o desafio pedagógico atual reside em utilizar a tecnologia como um eixo estruturante capaz de promover o letramento digital, a apropriação tecnológica e, sobretudo, o protagonismo dos estudantes (SÃO PAULO, 2019). Nesse cenário, não basta que os alunos saibam operar um computador ou uma impressora 3D de forma mecânica e instrucional; é fundamental que compreendam a função social daquilo que produzem, transitando de um papel de consumidores de informação para o de autores e produtores de conhecimento aplicável à realidade.

A Cultura Maker, alicerçada no princípio do "faça você mesmo" (do inglês, Do It Yourself - DIY) e no trabalho colaborativo, desponta como uma abordagem metodológica potente para essa transição (BLIKSTEIN, 2013; PAPERT, 1994; VALENTE, 2018). Ao permitir que os estudantes planejem, modelem, errem, remixem e construam artefatos físicos e di-

gitais, a educação maker materializa princípios da aprendizagem ativa. Mais do que a construção de objetos isolados, essa abordagem viabiliza a escalada do protagonismo infanto-juvenil: partindo de um nível operacional até alcançar a autonomia plena, na qual o estudante toma decisões e cria soluções que impactam o seu entorno. Seymour Papert, em sua obra clássica "A máquina das crianças" (1994), já defendia a ideia de que o computador deve ser um instrumento nas mãos do educando para que este programe a máquina, e não o contrário, estruturando o conhecimento a partir da experiência criativa concreta.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo relatar e analisar a experiência pedagógica desenvolvida no ano letivo de 2025 com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental (com faixa etária média de 13 anos) na Escola Municipal de Ensino Fundamental CEU EMEF Maria Clara Machado, localizada na zona leste da cidade de São Paulo. Vale ressaltar que a turma já possuía contato prévio e sistemático com aulas de tecnologia, o que proporcionou um terreno fértil para elevar o nível de complexidade das propostas e desafiá-los a ir além do consumo digital convencional. O projeto, intitulado "O Parafuso de Arquimedes", utilizou a investigação de um mecanismo histórico milenar como fio condutor para explorar conceitos de física, geometria, lógica de programação, letramento digital e modelagem tridimensional.

A relevância deste relato justifica-se pela demonstração prática de como uma atividade investigativa inicial evoluiu para uma ação de alto engajamento social. O percurso metodológico culminou no momento em que os estudantes, mobilizando os saberes construídos, assumiram o desafio real de projetar e produzir a lembrança oficial da I Jornada Pedagógica da escola. Tal feito ilustra a máxima freireana de que a aprendizagem ocorre quando o conhecimento ganha sentido e função social, superando a mera transferência de saberes e inaugurando uma práxis autônoma e cidadã (FREIRE, 1996).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Currículo da Cidade de São Paulo compreende as Tecnologias para Aprendizagem (TPA) não apenas como ferramentas de apoio pedagógico, mas como linguagens essenciais para a leitura e intervenção no mundo contemporâneo (SÃO PAULO, 2019). Ao explorar os eixos de Letramento Digital e Programação, o currículo propõe que os estudantes desenvolvam a capacidade analítica e a abstração necessárias para resolver problemas complexos. No contexto da Cultura Maker, o letramento digital se materializa quando o aluno aprende a buscar referências de forma crítica, compreende as lógicas de licenciamento na web e utiliza essas informações para criar novos saberes. Já o eixo da programação é exercitado de forma "desplugada" e "plugada" no momento em que os alunos precisam decompor o funcionamento de um mecanismo — como o Parafuso de Arquimedes — compreendendo a lógica por trás de sua engenharia e modelagem geométrica (PAPERT, 1994; VALENTE, 2018).

Dentro do letramento digital, o conceito de "Remix" é fundamental. Longe de ser uma simples cópia, o remix na educação tecnológica envolve o exercício intelectual de acessar repositórios de projetos em 3D, analisar peças pré-existentes, recombiná-las e alterá-las para que atendam a uma nova necessidade ou resolvam um novo problema (BLIKSTEIN, 2013). Ao incentivar a prática do remix, a escola desmistifica a ideia de que a tecnologia é uma "caixa preta" inatingível e promove a verdadeira apropriação tecnológica. O estudante compreende que o conhecimento é construído de forma colaborativa e em rede, integrando diferentes mídias e linguagens (JENKINS, 2009).

A espinha dorsal deste projeto apoia-se na compreensão do protagonismo infanto-juvenil como um processo contínuo e evolutivo. O Currículo da Cidade propõe uma gradação — uma verdadeira "escada de participação" — que supera a visão de que dar voz ao aluno é suficiente (SÃO PAULO, 2019). O protagonismo se inicia em um nível operacional, onde o estudante levanta hipóteses e segue roteiros investigativos; avança para o nível decisório e avaliador, onde o aluno faz escolhas sobre designs, materiais e métodos (como ocorreu na prototipagem); e deve mirar o nível colaborativo e autônomo. Neste

último e mais elevado estágio, os estudantes não apenas executam um projeto proposto pelo professor, mas assumem a responsabilidade sobre uma demanda real da comunidade escolar, intervindo no meio social de forma ativa e responsável.

Por fim, as ações desenvolvidas encontram ressonância no pensamento de Paulo Freire. A premissa de que "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção" (FREIRE, 1996, p. 47) alinha-se perfeitamente à proposta de uma aula onde a impressora 3D não entrega um produto pronto, mas serve de instrumento para a ideação. O conhecimento ganha contornos de "práxis" (ação e reflexão) quando a teoria pesquisada sobre Arquimedes se transforma em uma lembrança materializada para a Jornada Pedagógica da escola, conferindo sentido e função social ao fazer tecnológico.

MATERIAL E MÉTODOS

O caminho metodológico desenhado para este projeto estruturou-se como uma sequência didática de abordagem ativa e investigativa, dividida em fases interdependentes que guiaram os estudantes do 7° ano desde o estranhamento inicial até a autoria de soluções tecnológicas concretas. A proposta fundamentou-se nas diretrizes da Tecnologia para Aprendizagem (TPA) do Currículo da Cidade de São Paulo, mobilizando intencionalmente habilidades focadas na busca qualificada de informações e na construção colaborativa do conhecimento científico (SÃO PAULO, 2019).

A intencionalidade pedagógica do projeto exigiu a articulação de competências progressivas de letramento digital e investigação científica. Embora a atividade tenha sido aplicada a estudantes de 13 anos (7° ano), o planejamento resgatou a habilidade (EF06TPA06), que orienta a seleção de critérios e fontes confiáveis de pesquisa para a busca de informações relevantes. Essa base metodológica foi o alicerce para que o grupo avançasse rumo à habilidade (EF07TPA15), cujo foco é a construção colaborativa e compartilhada de conhecimento científico por meio de diferentes linguagens e plataformas digitais (SÃO PAULO, 2019). Dessa forma, o "fazer maker" foi sustentado por um rigoroso processo de pesquisa e validação científica pelas próprias turmas.

Os materiais utilizados compreenderam computadores com acesso à internet, o software de modelagem tridimensional TinkerCAD, o software fatiador Creality Print e Bambu Studio, impressoras 3D Creality K1 e Bambu Lab A1 Mini, com tecnologia FDM (fabricação por filamento fundido) alimentadas com filamento de PLA (ácido polilático) biodegradável, além de kits físicos contendo eixos, manivelas e tubos transparentes para montagem dos protótipos mecânicos.

A sequência didática foi estruturada em cinco fases principais:

Fase I - Problematização e Protagonismo Investigativo: O projeto não se iniciou com respostas prontas, mas com um convite à curiosidade e à formulação de hipóteses. O ponto de partida foi uma provocação visual em sala de aula, disparada pelas seguintes perguntas mediadoras: "O que é este projeto que está sendo impresso? Por que esses projetos têm um parafuso? O que esse parafuso faz de diferente?" Diante do mistério do objeto em processo de fabricação na impressora 3D, os estudantes foram estimulados a formular hipóteses explicativas. Munidos de seus dispositivos digitais, iniciaram buscas autônomas para desvendar a identidade e a utilidade do mecanismo. Nessa etapa, confi-

gurou-se o protagonismo investigativo e planejador. Em vez de meros receptores de um conteúdo expositivo, os estudantes atuaram ativamente na condução e no direcionamento de suas próprias pesquisas na internet (SÃO PAULO, 2019).

Fase II - Mediação Concreta e Linguagem Científica: Após a fase de pesquisa virtual, os estudantes receberam modelos físicos do Parafuso de Arquimedes previamente impressos em 3D. A transição do ambiente digital para o toque e a manipulação tátil foi um divisor de águas pedagógico. Ao manipularem fisicamente os protótipos, os grupos puderam testar suas hipóteses iniciais, observar o deslocamento de fluidos ou pe-

quenas esferas pelo interior do mecanismo helicoidal e descrever seu funcionamento real. Esse exercício prático exigiu que os discentes traduzissem suas observações em linguagem científica e baseada em evidências, consolidando o caráter investigativo da atividade e aproximando a teoria física da realidade concreta.

Fase III - Cultura do Remix e Autoria Maker: Compreendido o funcionamento do mecanismo físico, a etapa seguinte introduziu o conceito de Remix Digital. Organizados em equipes, os estudantes acessaram repositórios digitais abertos voltados para modelagem 3D. O desafio proposto não era replicar o modelo existente, mas sim analisar as opções disponíveis, escolher as mais adequadas e planejar modificações ou adaptações estruturais. Este momento representou um exercício autêntico de autoria e de protagonismo criativo e digital (JENKINS, 2009). Ao tomarem decisões de design — modificando dimensões, testando encaixes ou propondo novos usos para o parafuso —, os discentes assumiram o papel de projetistas. Eles deixaram de ser apenas usuários de tecnologia para se tornarem desenvolvedores de soluções, exercitando a lógica do pensamento computacional e a tomada de decisões técnicas (VALENTE, 2018).

Fase IV - Prototipagem e Avaliação de Soluções: A partir das decisões tomadas no ambiente virtual, cada grupo partiu para a manufatura material, construindo sua própria versão de maquete ou brinquedo baseada no Parafuso de Arquimedes. Nessa fase de prototipagem rápida, a teoria maker do "aprender fazendo" se consolidou de forma intensa (BLIKSTEIN, 2013). Durante a montagem, os grupos depararam-se com o desafio de testar a funcionalidade prática de suas criações. Os estudantes precisaram avaliar constantemente se os brinquedos construídos eram mecanicamente viáveis, se o ângulo de inclinação do parafuso permitia o transporte e se os materiais utilizados eram adequados. Esse ciclo de teste-erro-correção ativou uma ampla gama de competências associadas ao protagonismo, incluindo as vertentes decisória, planejadora, operacional e avaliadora.

Fase V - Socialização e Compartilhamento de Saberes: O ciclo metodológico do projeto principal encerrou-se com a socialização das produções. Os estudantes prepararam apresentações para exibir suas maquetes e brinquedos a colegas de outras turmas e professores da unidade escolar. Mais do que mostrar o produto final, o foco dessa etapa foi a justificativa do processo: os grupos precisaram explicar os conceitos científicos por trás do Parafuso de Arquimedes, detalhar as etapas de remix digital e justificar as escolhas de design e materiais que adotaram. Esse momento de protagonismo comunicativo e social promoveu um ambiente de aprendizagem colaborativa plena, onde a comunidade escolar legitimou o conhecimento produzido pelos jovens cientistas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do desenvolvimento do projeto revelou que o protagonismo estudantil não deve ser tratado de maneira binária ou estática (o estudante possui ou não possui autonomia), mas sim como um processo dinâmico que se manifesta em diferentes formas, gradações e intensidades ao longo de um percurso pedagógico. À medida que as demandas do projeto se tornavam mais complexas, os estudantes avançavam na "escada de participação", refinando competências técnicas e socioemocionais (SÃO PAULO, 2019).

A sequência didática permitiu mapear claramente a evolução das atitudes dos estudantes do 7º ano ao longo das fases descritas no percurso metodológico:

Protagonismo Planejador e Operacional (Fase Inicial): No início da investigação, diante do questionamento sobre o funcionamento do parafuso, os estudantes assumiram a liderança da busca por respostas. Eles não apenas executaram uma tarefa de pesquisa instruída pelo professor, mas definiram caminhos, selecionaram fontes e levantaram hipóteses, delimitando o próprio rumo da investigação (em consonância com a habilidade EF06TPA06) (SÃO PAULO, 2019).

Protagonismo Decisório e Avaliador (Fase de

Prototipagem): Ao se depararem com a modelagem 3D e a cultura do remix, os grupos precisaram lidar com escolhas complexas de design, simetria e resistência dos materiais (BLIKSTEIN, 2013). A necessidade de testar a funcionalidade prática de seus brinquedos e maquetes impôs um exercício continuo de avaliação crítica: os discentes analisavam suas falhas, diagnosticavam erros de inclinação ou rotação do parafuso e tomavam decisões conjuntas para corrigir os protótipos.
Protagonismo Colaborativo Pleno (Fase de Socialização): Na apresentação dos projetos para a comunidade escolar, os alunos demonstraram que a apropriação tecnológica se consolida pela linguagem. Justificar as escolhas de design e explicar os princípios mecânicos de Arquimedes em plataformas e linguagens diversas (habilidade EF07TPA15) colocou os estudantes em uma posição de partilha de autoridade intelectual, onde aprenderam e ensinaram de forma mútua (SÃO PAULO, 2019).

A verdadeira consolidação do protagonismo na sua dimensão mais elevada — o protagonismo autônomo — ocorreu com o lançamento de um desafio extra após a conclusão das fases previstas do projeto: a concepção e fabricação da lembrança oficial para a I Jornada Pedagógica do Ensino Fundamental da escola.
Essa proposta mudou radicalmente o caráter da atividade, transformando um exercício pedagógico de sala de aula em um desafio autêntico de design social. Os estudantes não estavam mais construindo simulacros para fins de avaliação escolar; eles receberam a responsabilidade de representar esteticamente e conceitualmente a identidade de um evento real e oficial de sua instituição de ensino. O desafio consistia em projetar um chaveiro ou um organizador de mesa que incorporasse o logotipo do CEU EMEF Maria Clara Machado e, de forma criativa, fizesse alusão ao Parafuso de Arquimedes como metáfora para a elevação e a evolução constante do conhecimento pedagógico.
Sob essa nova perspectiva, os resultados foram surpreendentes. Alguns grupos de estudantes conduziram todo o processo de ideação de forma plenamente autônoma. Eles gerenciaram desde a escolha de referências estéticas até os parâmetros finais de fatiamento e impressão 3D no software bambu Studio, definindo altura de camada, densidade de preenchimento (infill) e velocidade para garantir a qualidade estética e a resistência física das peças produzidas.
Além disso, ocorreu uma interessante inversão de papéis (o estudante como consultor tecnológico). O nível de letramento digital e domínio técnico adquirido foi tão expressivo que, durante o desenvolvimento das lembranças, os estudantes assumiram o papel de orientadores, prestando consultoria e sugerindo soluções tecnológicas viáveis para os adultos e professores que organizavam o evento. Os discentes explicavam conceitos de engenharia de impressão, como a necessidade de suportes de sustentação para partes suspensas da modelagem e a adequação da temperatura do bico extrusor para evitar deformações no material. Esse fenômeno materializa o estágio máximo de participação juvenil preconizado pelo Currículo da Cidade: o jovem deixa de ser um colaborador coadjuvante para atuar como par e orientador em projetos de interesse comum da comunidade (SÃO PAULO, 2019).
Além dos avanços atitudinais em protagonismo, a análise qualitativa do projeto revelou o desenvolvimento de competências integradas em quatro grandes áreas estruturantes, conforme detalhado na tabela a seguir:

Área de Desenvolvimento	Manifestação no Projeto "O Parafuso de Arquimedes"
Investigação Científica	Formulação de hipóteses, observação empírica de protótipos físicos, uso de evidências materiais e transição do senso comum para a linguagem científica
Letramento Digital	Navegação crítica em ambientes de modelagem 3D, compreensão prática de lógicas de criação multimodal de voz e sonorização, manuseio de drivers
Pensamento Computacional	Decomposição de problemas complexos, identificação de padrões, análise geométrica e espacial
Área de Desenvolvimento	Manifestação no Projeto "O Parafuso de Arquimedes"
	para simulação e modelagem digital
Cultura Maker	Desenvolvimento de resiliência diante de erros no processo de impressão, prototipagem iterativa e fabricação digital focada em utilidade real.

Os resultados confirmaram de forma contundente que o conhecimento científico e tecnológico se fortalece e ganha valor real para o educando quando ultrapassa os mu-

ros da teoria escolar e passa a ser compartilhado, socializado e ressignificado coletivamente em benefício de um meio social concreto.

CONCLUSÃO

A experiência pedagógica desenvolvida em torno do "Parafuso de Arquimedes" na Escola CEU EMEF Maria Clara Machado revelou-se um fecundo laboratório de inovação educativa, evidenciando que a Cultura Maker, quando articulada intencionalmente ao currículo, é capaz de ressignificar a relação dos estudantes com o conhecimento científico e tecnológico (PAPERT, 1994; VALENTE, 2018). Ao longo de todo o percurso, a tecnologia digital e a fabricação física deixaram de ser meros ornamentos didáticos para se tornarem meios de expressão, autoria e intervenção social.

Os principais aprendizados e contribuições deste trabalho podem ser sintetizados em três eixos fundamentais:

A Desmitificação da Tecnologia pela Práxis: Ao investigarem empiricamente o mecanismo e se apropriarem da cultura do remix, os estudantes compreenderam a tecnologia não como um pacote fechado de consumo, mas como um campo aberto de criação, modificação e colaboração. A transição da pesquisa digital para o teste prático de maquetes e brinquedos consolidou uma aprendizagem viva, onde o erro foi ressignificado como etapa metodológica indispensável para o aprimoramento.

O Protagonismo como Conquista Gradual: O projeto demonstrou, na prática, que o protagonismo discente não se limita ao ato de "deixar os alunos participarem" de forma livre e sem direcionamento. Trata-se de um processo processual e planejado, que se fortalece à medida que o educador oferece andaimes pedagógicos para que os jovens avancem de tarefas operacionais e investigativas para atribuições decisórias, avalativas e, finalmente, colaborativas e plenamente autônomas (SÃO PAULO, 2019).

A Função Social do Conhecimento: O ápice do projeto — a produção das lembranças para a I Jornada Pedagógica — coroou a proposta ao oferecer utilidade e valor real ao fazer dos estudantes dentro de sua comunidade escolar. Ao projetarem uma solução para uma demanda concreta da escola e orientarem os próprios educadores no processo de impressão 3D, os discentes vivenciaram a dimensão mais profunda da autonomia cidadã.

Em última análise, o projeto materializou a clássica premissa freireana de que ensinar consiste em criar as condições para que o conhecimento seja produzido e construído pelos próprios sujeitos (FREIRE, 1996). Ao saírem do papel de espectadores para se tornarem projetistas, inventores e consultores tecnológicos, os estudantes do 7º ano reafirmaram seu papel como autores do próprio aprendizado e legítimos agentes de transformação cultural na escola pública.

REFERÊNCIAS

BLIKSTEIN, Paulo. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (org.). FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 203-222.

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

JENKINS, Henry. Cultura da Convergência. 2. ed. São Paulo: Aleph, 2009.

PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. Currículo da Cidade: Tecnologias para Aprendizagem. São Paulo: SME/COPED, 2019.

VALENTE, José Armando. A Cultura Maker na Educação: criando oportunidades para a construção do conhecimento. Revista de Estilos de Aprendizagem, v. 11, n. 23, p. 18-31, 2018.