

FABRICAÇÃO DIGITAL E INOVAÇÃO EDUCACIONAL: O POTENCIAL DAS IMPRESSORAS 3D E MÁQUINAS DE CORTE A LASER NA TRANSFORMAÇÃO DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

DIGITAL FABRICATION AND EDUCATIONAL INNOVATION: THE POTENTIAL OF 3D PRINTERS AND LASER CUTTING MACHINES IN TRANSFORMING TEACHING PRACTICES

FABRICACIÓN DIGITAL E INNOVACIÓN EDUCATIVA: EL POTENCIAL DE LAS IMPRESORAS 3D Y LAS MÁQUINAS DE CORTE LÁSER PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DOCENTES

Fábio Alexandre Santos¹
Luciana Maria de Souza Macêdo²
Leonardo Silva Santos³

RESUMO: As transformações tecnológicas da sociedade contemporânea têm provocado mudanças significativas nos processos educacionais, exigindo novas formas de organização das práticas pedagógicas e da construção do conhecimento. Nesse contexto, a fabricação digital emerge como uma possibilidade de inovação educacional ao integrar tecnologias como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser aos processos de ensino e aprendizagem. O presente artigo tem como objetivo analisar o potencial da fabricação digital na educação, discutindo suas contribuições para a transformação das práticas pedagógicas. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico fundamentado em estudos sobre fabricação digital, Cultura Maker, construcionismo, metodologias ativas e tecnologias educacionais. O estudo fundamenta-se em autores como Papert (1994), Blikstein (2013), Gershenfeld (2005), Dewey (1979), Freire (1996), Vygotsky (1998) e Moran (2018). Os resultados evidenciam que a fabricação digital favorece práticas pedagógicas investigativas e colaborativas, estimulando criatividade, autonomia, pensamento crítico e resolução de problemas, ressaltando ainda a importância do professor como mediador do processo educativo.

Palavras-chave: Fabricação Digital. Inovação educacional. Práticas pedagógicas.

ABSTRACT: The technological transformations of contemporary society have brought about significant changes in educational processes, demanding new ways of organizing pedagogical practices and knowledge construction. In this context, digital fabrication emerges as a possibility for educational innovation by integrating technologies such as 3D printers and laser cutting and engraving machines into teaching and learning processes. This article aims to analyze the potential of digital fabrication in education, discussing its contributions to the transformation of pedagogical practices. Methodologically, this is a qualitative research, of an exploratory and descriptive nature, developed through a bibliographic survey based on studies about digital fabrication, Maker Culture, constructionism, active methodologies and educational technologies. This study is based on authors such as Papert (1994), Blikstein (2013), Gershenfeld (2005), Dewey (1979), Freire (1996), Vygotsky (1998), and Moran (2018). The results show that digital fabrication favors investigative and collaborative pedagogical practices, stimulating creativity, autonomy, critical thinking, and problem-solving, while also highlighting the importance of the teacher as a mediator in the educational process.

Keywords: Digital fabrication. Educational innovation. Pedagogical practices.

¹Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Geopark Araripe/URCA/SEE-PB/SEE-PE.

²Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Regional do Cariri.

³Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual da Paraíba.

RESUMEN: Las transformaciones tecnológicas de la sociedad contemporánea han provocado cambios significativos en los procesos educativos, lo que exige nuevas formas de organizar las prácticas pedagógicas y la construcción del conocimiento. En este contexto, la fabricación digital surge como una posibilidad para la innovación educativa mediante la integración de tecnologías como las impresoras 3D y las máquinas de corte y grabado láser en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este artículo tiene como objetivo analizar el potencial de la fabricación digital en la educación, discutiendo sus contribuciones a la transformación de las prácticas pedagógicas. Metodológicamente, se trata de una investigación cualitativa, de carácter exploratorio y descriptivo, desarrollada a través de una revisión bibliográfica basada en estudios sobre fabricación digital, cultura Maker, constructivismo, metodologías activas y tecnologías educativas. Este estudio se basa en autores como Papert (1994), Blikstein (2013), Gershenfeld (2005), Dewey (1979), Freire (1996), Vygotsky (1998) y Moran (2018). Los resultados muestran que la fabricación digital favorece las prácticas pedagógicas investigativas y colaborativas, estimulando la creatividad, la autonomía, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, al tiempo que resalta la importancia del docente como mediador en el proceso educativo.

Palabras clave: Fabricación digital. Innovación educativa. Prácticas pedagógicas.

I INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas ocorridas nas últimas décadas têm provocado mudanças significativas nos diferentes setores da sociedade, especialmente no campo educacional. A incorporação de tecnologias digitais nos ambientes de ensino tem ampliado as possibilidades pedagógicas e impulsionado a construção de práticas inovadoras que buscam tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, interativo e significativo. Nesse contexto, a escola contemporânea tem sido desafiada a ultrapassar modelos tradicionais centrados na transmissão de conteúdos, assumindo uma postura que favoreça a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

2

Dentre as tecnologias emergentes que vêm ganhando destaque no cenário educacional, a fabricação digital apresenta-se como uma alternativa promissora para a promoção de experiências de aprendizagem mais práticas e criativas. A fabricação digital pode ser compreendida como um conjunto de processos e ferramentas tecnológicas que possibilitam a criação e produção de objetos físicos a partir de modelos digitais, aproximando os sujeitos de práticas voltadas à experimentação, ao desenvolvimento de projetos e à resolução de problemas. Recursos como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser têm sido progressivamente inseridos em ambientes educacionais, especialmente em laboratórios makers e espaços de inovação.

A utilização dessas tecnologias transcende a simples introdução de equipamentos em sala de aula, uma vez que sua presença pode favorecer novas formas de ensinar e aprender. O desenvolvimento de protótipos, materiais didáticos manipuláveis e projetos interdisciplinares possibilita aos estudantes assumir uma postura mais investigativa e participativa, fortalecendo

competências como criatividade, pensamento crítico, colaboração e autonomia. Nessa perspectiva, a fabricação digital aproxima-se de concepções educacionais fundamentadas na aprendizagem pela experiência, no construcionismo e nas metodologias ativas, permitindo que o estudante seja protagonista de seu próprio processo formativo.

Além disso, autores como Papert (1994) defendem a construção do conhecimento por meio da criação de artefatos significativos, enquanto Blikstein (2013) destaca o potencial dos ambientes makers para a democratização do acesso à inovação e ao desenvolvimento de aprendizagens mais significativas. Tais perspectivas reforçam a necessidade de compreender como tecnologias de fabricação digital podem contribuir para a transformação das práticas pedagógicas e para a constituição de experiências educacionais mais contextualizadas e participativas. Os ambientes makers favorecem a construção de aprendizagens significativas ao permitir que os estudantes desenvolvam projetos conectados aos seus interesses e experiências, fortalecendo processos de autoria e envolvimento ativo (Martinez; Stager, 2013).

Diante desse cenário, emerge o seguinte questionamento: “De que forma o uso de impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser pode contribuir para a transformação das práticas pedagógicas e para a promoção de processos inovadores de ensino e aprendizagem?”. Assim, este artigo tem como objetivo analisar o potencial das impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser como tecnologias de fabricação digital capazes de promover inovação e transformação nas práticas pedagógicas, discutindo suas possibilidades, contribuições e desafios no contexto educacional contemporâneo.

2 FABRICAÇÃO DIGITAL E INOVAÇÃO EDUCACIONAL

O avanço das tecnologias digitais tem promovido mudanças significativas nas formas de interação, comunicação e produção do conhecimento, repercutindo diretamente nos processos educacionais. Nesse cenário, a inserção de recursos tecnológicos no ambiente escolar deixa de ser compreendida apenas como uma modernização de instrumentos didáticos e passa a constituir um elemento capaz de favorecer novas experiências de aprendizagem. Entre as possibilidades emergentes, a fabricação digital tem ganhado destaque por promover uma aproximação entre conhecimento teórico e experiências práticas, estimulando a construção ativa do saber.

A fabricação digital pode ser compreendida como um conjunto de processos e tecnologias que permitem a criação e produção de objetos físicos a partir de modelos digitais. Esses processos envolvem diferentes ferramentas e equipamentos, como impressoras 3D, máquinas de corte e

gravação a laser, fresadoras CNC e softwares de modelagem digital. Seu uso no contexto educacional possibilita a criação de materiais didáticos, protótipos e projetos interdisciplinares, ampliando as possibilidades de aprendizagem e desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade, resolução de problemas e pensamento crítico.

Com a popularização da tecnologia nos dias atuais, essa característica favorece que professores produzam seus próprios materiais educativos, atendendo de forma mais assertiva às demandas que observam em suas práticas em sala de aula (Onisaki; Vieira, 2019, p. 130).

A discussão sobre o uso dessas tecnologias na educação encontra respaldo nas concepções construcionistas propostas por Papert (1994), pois aponta que a aprendizagem se torna mais significativa quando os estudantes participam ativamente da construção de objetos concretos que possuem significado para sua realidade. Nessa construção, o estudante deixa de assumir uma posição passiva diante do conhecimento para atuar como sujeito ativo na elaboração de experiências, desenvolvendo habilidades cognitivas e socioemocionais por meio da criação e experimentação.

O ensino, através de meios tradicionais, vem sendo constantemente transformado ao longo do tempo. A utilização de materiais didáticos em sala de aula pode propiciar uma aprendizagem mais significativa, possibilitando melhores percepções acerca dos conteúdos abordados (Pires; Bredow, 2024, p. 02).

A partir dessas discussões, observa-se que a fabricação digital também tem sido compreendida como um elemento associado às transformações educacionais decorrentes dos avanços tecnológicos característicos da sociedade contemporânea. Em um contexto marcado pela cultura digital e pela rápida circulação de informações, a escola é desafiada a desenvolver práticas que ultrapassem a reprodução mecânica de conteúdos e favoreçam experiências que permitam aos estudantes compreender, criar e intervir em diferentes realidades. Nesse sentido, as tecnologias de fabricação digital possibilitam a aproximação entre teoria e prática, permitindo que os sujeitos assumam uma postura ativa diante da construção do conhecimento e do desenvolvimento de projetos com aplicação concreta.

Além disso, a utilização da fabricação digital no contexto educacional amplia as possibilidades de desenvolvimento de competências e habilidades consideradas essenciais para o século XXI. A elaboração de modelos, a prototipagem de soluções e a produção de objetos físicos por meio de recursos tecnológicos exigem dos estudantes processos contínuos de planejamento, tomada de decisões, investigação e trabalho colaborativo. Essas experiências favorecem não apenas a aprendizagem de conteúdos específicos, mas também o

desenvolvimento de competências relacionadas à autonomia, criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas complexos. Sob essa perspectiva, os ambientes educacionais passam a assumir características mais dinâmicas, estimulando práticas de investigação e experimentação.

Os ambientes de fabricação digital aproximam-se dessa concepção ao permitirem que os estudantes desenvolvam projetos, testem hipóteses e construam soluções para problemas reais. De acordo com Blikstein (2013), os espaços makers e os laboratórios de fabricação digital representam ambientes capazes de democratizar o acesso às tecnologias e promover experiências de aprendizagem mais investigativas e participativas. Para o autor, o potencial desses ambientes não está apenas na presença dos equipamentos tecnológicos, mas nas oportunidades de criação, colaboração e construção coletiva do conhecimento.

Diversas técnicas de ensino onde se empregam materiais didáticos geram benefícios diretos. Porém, entende-se que o processo de produção desse tipo de material pode aumentar os benefícios, pois é possível elaborar, fabricar, testar e otimizar os materiais produzidos, além de produzi-los utilizando sobras de materiais, contribuindo assim com o meio ambiente. Esse processo gera conhecimento e auxilia na melhoria constante, bem como no uso mais adequado e proveitoso dos materiais (Pires; Bredow, 2024, p. 03).

Para tanto, a fabricação digital estabelece relações com as metodologias ativas de aprendizagem, uma vez que coloca o estudante no centro do processo educativo. Conforme destaca Dewey (1979), o conhecimento é construído por meio da experiência e da interação do indivíduo com seu contexto. Assim, atividades que envolvem a criação de modelos tridimensionais, a produção de materiais manipuláveis ou o desenvolvimento de protótipos favorecem a aprendizagem baseada na experimentação, tornando os conteúdos mais concretos e significativos.

Outro aspecto relevante refere-se à capacidade dessas tecnologias de promover a interdisciplinaridade. A utilização de impressoras 3D e máquinas de corte a laser possibilita a integração entre diferentes áreas do conhecimento, permitindo que conteúdos de Matemática, Ciências, Artes, Engenharia e Tecnologia sejam abordados de forma articulada. Tal característica contribui para o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, tais como criatividade, comunicação, colaboração e pensamento crítico.

Ademais, vale ressaltar o potencial inclusivo das tecnologias de fabricação digital nos processos educativos. O desenvolvimento de materiais adaptados, recursos manipuláveis e objetos personalizados pode contribuir significativamente para a construção de estratégias pedagógicas mais acessíveis e inclusivas. A possibilidade de produzir materiais específicos para diferentes necessidades educacionais permite ao professor criar recursos que atendam às

particularidades dos estudantes, favorecendo a participação e ampliando as oportunidades de aprendizagem. Dessa forma, a fabricação digital apresenta-se não apenas como um recurso tecnológico inovador, mas também como uma ferramenta capaz de contribuir para a democratização do acesso ao conhecimento e para a promoção de práticas pedagógicas mais equitativas.

A impressão 3D possibilita a adaptação, criação e impressão de materiais inclusivos voltados ao ensino de Matemática para alunos com deficiência visual, pois é possível imprimir o código braille, possibilitando que estudantes com deficiência visual possam ler e estudar conteúdos matemáticos de forma tátil (Paula; Basniak, 2023, p. 02).

Desse modo, a fabricação digital apresenta-se como uma possibilidade inovadora para o contexto educacional contemporâneo, não apenas pela introdução de novas tecnologias no ambiente escolar, mas principalmente por favorecer mudanças nas práticas pedagógicas, estimulando processos de aprendizagem mais ativos, criativos e contextualizados.

3 CULTURA MAKER, CONSTRUCIONISMO E METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO

As transformações sociais, científicas e tecnológicas decorrentes do desenvolvimento da cultura digital têm provocado mudanças significativas nas formas de produzir, compartilhar e construir conhecimentos. No campo educacional, tais mudanças têm impulsionado discussões sobre a necessidade de superação de modelos tradicionais de ensino centrados na transmissão mecânica de conteúdos, exigindo a construção de práticas pedagógicas mais dinâmicas, investigativas e participativas. Nesse contexto, a Cultura Maker emerge como uma abordagem educacional que busca fortalecer experiências fundamentadas na criação, experimentação, colaboração e desenvolvimento de projetos, estimulando o protagonismo dos estudantes nos processos de aprendizagem.

Embora a Cultura Maker tenha adquirido maior visibilidade nas últimas décadas, seus fundamentos teóricos encontram-se associados a perspectivas educacionais desenvolvidas anteriormente. Suas bases dialogam com concepções relacionadas à aprendizagem experiencial, à educação progressista e à construção ativa do conhecimento. Nesse sentido, as contribuições de Dewey apresentam relevância significativa ao compreender a educação como um processo vinculado à experiência e à interação do sujeito com o meio em que está inserido. Para Dewey (1979), a aprendizagem torna-se mais significativa quando os estudantes participam ativamente de situações concretas que favoreçam a observação, a investigação, a experimentação e a reflexão. Em sua perspectiva, a escola deve constituir-se como um espaço de experiências

capazes de aproximar o conhecimento escolar das situações vivenciadas pelos indivíduos em seus contextos sociais.

Nessa direção, a Cultura Maker fundamenta-se no princípio do learning by doing (aprender fazendo), compreendendo a aprendizagem como resultado de processos ativos de construção e produção de conhecimentos. Essa perspectiva ultrapassa a simples realização de atividades práticas, pois envolve a participação dos estudantes em experiências que exigem elaboração de hipóteses, resolução de problemas, desenvolvimento de projetos e construção de soluções para desafios reais. Assim, a aprendizagem passa a ser concebida como um processo dinâmico, contínuo e contextualizado, no qual o estudante deixa de assumir uma postura passiva e torna-se sujeito ativo na construção do próprio conhecimento.

A expressão maker, derivada do verbo inglês to make (fazer), está relacionada à ideia de autoria, produção e desenvolvimento de soluções criativas. O movimento maker surgiu a partir da convergência entre avanços tecnológicos, cultura digital e práticas colaborativas, estimulando indivíduos a produzirem seus próprios recursos, artefatos e projetos. Segundo Anderson (2012), a democratização das tecnologias digitais possibilitou uma mudança significativa nos processos de produção, permitindo que indivíduos deixassem de ocupar apenas a posição de consumidores para assumirem também o papel de criadores e produtores de tecnologia.

No contexto educacional, essa perspectiva representa uma transformação importante nas formas de ensinar e aprender, uma vez que desloca os estudantes de uma posição predominantemente receptiva para uma atuação investigativa, colaborativa e criativa. A Cultura Maker valoriza princípios relacionados à autonomia, criatividade, resolução de problemas, colaboração e participação ativa dos estudantes, favorecendo experiências pedagógicas mais contextualizadas e significativas.

As bases teóricas dessa abordagem encontram sustentação no construcionismo desenvolvido por Seymour Papert, cujas ideias foram influenciadas pelas teorias construtivistas propostas por Jean Piaget. Enquanto o construtivismo enfatiza que o conhecimento é construído internamente pelo sujeito por meio de interações com o meio (Piaget, 1978), o construcionismo amplia essa compreensão ao defender que a aprendizagem torna-se mais efetiva quando os indivíduos participam da construção de objetos concretos que possam ser compartilhados, discutidos e aperfeiçoados (Papert, 1994).

A construção do conhecimento ocorre de maneira mais significativa quando os estudantes desenvolvem objetos que possuem sentido pessoal e social. A criação de modelos,

projetos, protótipos e materiais concretos favorece processos de experimentação e reflexão, permitindo que os sujeitos reorganizem continuamente seus conhecimentos. Nessa perspectiva, o erro deixa de ser interpretado como elemento negativo e passa a assumir papel importante no processo educativo, tornando-se oportunidade de investigação, análise e reconstrução de estratégias (Papert, 1994).

No contexto da Cultura Maker, essa concepção torna-se particularmente relevante, pois os estudantes passam a assumir a função de criadores, inventores e produtores de conhecimento. Ao desenvolver projetos e construir soluções, os sujeitos são estimulados a testar hipóteses, identificar limitações, reformular estratégias e construir aprendizagens a partir de suas próprias experiências. Esse processo favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual e fortalece a construção de conhecimentos mais significativos.

As discussões relacionadas à Cultura Maker foram ampliadas com o surgimento dos chamados makerspaces e laboratórios de fabricação digital, ambientes organizados para favorecer práticas de criação, experimentação e desenvolvimento de projetos. Segundo Blikstein (2013), esses espaços apresentam potencial para promover mudanças significativas nas práticas pedagógicas, uma vez que possibilitam aos estudantes atuar como produtores de conhecimento e solucionadores de problemas reais.

Contudo, Blikstein (2013) ressalta que a inovação educacional não se encontra exclusivamente na presença das tecnologias, mas nas experiências pedagógicas construídas em torno delas. A simples inserção de impressoras 3D, máquinas de corte a laser, computadores ou outros equipamentos tecnológicos não garante transformações significativas nos processos educativos. A inovação ocorre quando essas tecnologias são utilizadas para promover investigação, criatividade, autoria e construção colaborativa do conhecimento.

A Cultura Maker apresenta estreita relação com as metodologias ativas de aprendizagem, entendidas como estratégias pedagógicas que colocam os estudantes no centro do processo educativo. De acordo com Moran (2018), as metodologias ativas correspondem a processos de ensino nos quais os estudantes participam efetivamente da construção do conhecimento por meio de experiências práticas, desenvolvimento de projetos e resolução de problemas.

Entre as estratégias frequentemente associadas à Cultura Maker destacam-se a aprendizagem baseada em projetos (Project-Based Learning – PBL), a aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning) e o ensino por investigação. Essas abordagens favorecem a construção de conhecimentos contextualizados, possibilitando que os estudantes

mobilizem conceitos provenientes de diferentes áreas e desenvolvam competências relacionadas ao pensamento crítico, comunicação, criatividade e trabalho colaborativo.

Nessa perspectiva, os ambientes makers tornam-se espaços favoráveis para o desenvolvimento dessas metodologias, uma vez que o processo educativo passa a ser estruturado a partir de desafios, experiências práticas e situações-problema que exigem participação ativa dos estudantes. O conhecimento deixa de ser compreendido como algo pronto e acabado e passa a constituir-se como resultado de processos de investigação, interação e construção coletiva.

Diante dessa construção, compreende-se que a Cultura Maker representa mais do que uma tendência tecnológica ou uma proposta metodológica específica; trata-se de uma perspectiva educacional capaz de promover mudanças significativas nas práticas pedagógicas. Sua articulação com o construcionismo e com as metodologias ativas amplia as possibilidades de construção do conhecimento, favorecendo experiências educativas fundamentadas na autoria, na experimentação, na investigação e na participação ativa dos estudantes nos processos de aprendizagem.

4 IMPRESSÃO 3D E MÁQUINAS DE CORTE E GRAVAÇÃO A LASER COMO FERRAMENTAS DE TRANSFORMAÇÃO PEDAGÓGICA

A incorporação de tecnologias digitais aos processos educativos tem impulsionado novas formas de ensinar e aprender, especialmente por meio de recursos que possibilitam a criação, manipulação e materialização de conhecimentos. Entre as tecnologias de fabricação digital que vêm ganhando espaço nos ambientes educacionais destacam-se as impressoras 3D e as máquinas de corte e gravação a laser, ferramentas que permitem transformar modelos digitais em objetos físicos e ampliar as possibilidades de desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras. A utilização desses recursos no contexto escolar transcende a dimensão instrumental da tecnologia, pois favorece experiências de aprendizagem centradas na investigação, experimentação e construção ativa do conhecimento.

As impressoras 3D são equipamentos que utilizam processos de manufatura aditiva, produzindo objetos tridimensionais a partir da deposição sucessiva de camadas de material, geralmente elaboradas por meio de modelos digitais desenvolvidos em softwares específicos. Essa tecnologia permite a construção de protótipos, modelos físicos e materiais didáticos manipuláveis que podem auxiliar na compreensão de conceitos abstratos e complexos presentes em diferentes áreas do conhecimento. Para Gershenfeld (2005), a fabricação digital promove

uma transformação significativa ao possibilitar que indivíduos deixem de atuar apenas como consumidores de tecnologia e assumam uma posição de criadores e produtores de conhecimento.

A impressão tridimensional corresponde a um processo de fabricação aditiva baseado na sobreposição sucessiva de camadas de material, produzidas a partir de modelos digitais desenvolvidos em softwares específicos. Inicialmente associada à prototipagem rápida industrial, essa tecnologia passou por importantes avanços e ampliou significativamente suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, incluindo a educação.

No contexto educacional, as impressoras 3D têm apresentado potencial para tornar a aprendizagem mais concreta e significativa. A possibilidade de transformar representações digitais em objetos manipuláveis favorece processos de visualização e compreensão de conteúdos que, muitas vezes, são apresentados aos estudantes de maneira abstrata. Em áreas como Matemática, Ciências, Física, Biologia e Geografia, a produção de modelos tridimensionais pode contribuir para o desenvolvimento da percepção espacial, da interpretação de conceitos e da construção de relações entre teoria e prática.

Além das impressoras 3D, as máquinas de corte e gravação a laser também vêm sendo incorporadas aos ambientes de fabricação digital educacional. Essas tecnologias funcionam por meio da emissão de feixes de laser capazes de realizar cortes e gravações em diferentes materiais, como madeira, papel, MDF, acrílico, papelão e outros elementos utilizados para a construção de projetos e materiais pedagógicos. Sua utilização possibilita a produção de recursos didáticos personalizados, jogos educativos, maquetes, modelos geométricos, peças para prototipagem e diversos outros materiais destinados ao ensino.

Os sistemas de corte e gravação a laser apresentam características relacionadas à precisão, flexibilidade de materiais e facilidade de integração com processos automatizados, possibilitando a criação de recursos didáticos, maquetes, modelos geométricos e protótipos educacionais com elevado nível de detalhamento.

A relevância pedagógica dessas tecnologias não está apenas relacionada à produção de objetos físicos, mas principalmente às experiências desenvolvidas durante o processo de criação. Blikstein (2013) destaca que o potencial transformador da fabricação digital se encontra na capacidade de estimular processos de investigação e resolução de problemas, promovendo situações em que os estudantes assumem papel ativo na construção do conhecimento. Nessa perspectiva, o foco desloca-se do produto final para o percurso de aprendizagem desenvolvido ao longo da elaboração dos projetos.

O processo de criação de objetos por meio dessas tecnologias envolve diferentes etapas que exigem dos estudantes planejamento, análise, tomada de decisões, criatividade e pensamento crítico. Inicialmente, é necessário identificar uma necessidade ou problema; posteriormente, desenvolvem-se propostas de solução, elaboração de modelos digitais, realização de testes, ajustes e produção do protótipo final. Esse percurso aproxima-se das etapas presentes no pensamento de design (design thinking) e das metodologias ativas, favorecendo aprendizagens fundamentadas na experimentação e na resolução de desafios reais.

Nesse bojo, percebe-se a importância interdisciplinar dessas tecnologias. A construção de projetos em ambientes de fabricação digital permite a integração entre diferentes áreas do conhecimento, favorecendo a articulação entre conceitos matemáticos, científicos, tecnológicos e artísticos. Em atividades que envolvem modelagem tridimensional ou produção de materiais manipuláveis, por exemplo, estudantes podem mobilizar conhecimentos relacionados à geometria, proporcionalidade, medidas, física, desenho técnico e criatividade. Tal característica contribui para a construção de aprendizagens contextualizadas e para a superação da fragmentação dos conhecimentos escolares.

Além disso, as tecnologias de fabricação digital apresentam possibilidades relevantes para práticas pedagógicas inclusivas. A produção de materiais adaptados, recursos táteis e objetos personalizados pode ampliar as oportunidades de participação de estudantes com diferentes necessidades educacionais. A criação de mapas em relevo, sólidos geométricos adaptados, jogos acessíveis e recursos manipuláveis representa uma alternativa para favorecer a acessibilidade e promover processos educativos mais inclusivos.

Nesse sentido, impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser apresentam-se como ferramentas capazes de contribuir para a transformação das práticas pedagógicas ao favorecerem experiências de aprendizagem mais participativas, investigativas e contextualizadas. Seu potencial educacional ultrapassa a dimensão tecnológica, tornando-se um elemento que pode estimular autoria, criatividade e construção coletiva do conhecimento, alinhando-se às demandas contemporâneas de formação e inovação educacional.

5 TECNOLOGIAS DE FABRICAÇÃO DIGITAL E O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA A EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA

As transformações sociais, científicas e tecnológicas das últimas décadas têm provocado mudanças significativas nas demandas educacionais, exigindo que a escola contemporânea ultrapasse a função tradicional de transmissão de conteúdos e assuma um papel voltado ao

desenvolvimento integral dos estudantes. Nesse contexto, o processo educativo passa a demandar estratégias capazes de promover não apenas a aquisição de conhecimentos específicos, mas também o desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade, comunicação, colaboração, pensamento crítico e resolução de problemas. Essas habilidades, frequentemente denominadas competências do século XXI, constituem elementos fundamentais para a formação de sujeitos capazes de atuar de maneira crítica e participativa em uma sociedade marcada pela constante produção e circulação de informações.

As discussões acerca das competências necessárias para a formação contemporânea têm sido amplamente desenvolvidas por organismos internacionais e pesquisadores da área educacional. As competências do século XXI ultrapassam conhecimentos estritamente técnicos, envolvendo capacidades cognitivas, sociais e emocionais necessárias para lidar com desafios complexos e contextos em permanente transformação. A educação contemporânea passa a demandar processos de ensino que favoreçam experiências investigativas, desenvolvimento da autonomia e participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Diante dessa conjuntura, a utilização de tecnologias de fabricação digital apresenta potencial significativo para contribuir com o desenvolvimento dessas competências, uma vez que os processos envolvidos na criação de projetos exigem participação ativa dos estudantes em diferentes etapas da aprendizagem. O desenvolvimento de objetos, protótipos e materiais didáticos por meio de impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser envolve atividades que demandam planejamento, levantamento de hipóteses, tomada de decisões, realização de testes e aperfeiçoamento contínuo das soluções elaboradas.

Experiências educacionais baseadas na fabricação digital favorecem a construção de ambientes nos quais os estudantes deixam de assumir uma postura exclusivamente receptiva e passam a participar de processos de investigação e produção do conhecimento. Para Blikstein (2013), a criação de artefatos e a resolução de problemas reais estimulam o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, fortalecendo processos relacionados ao pensamento crítico e à criatividade.

Ademais, as tecnologias de fabricação digital possibilitam a construção de experiências colaborativas de aprendizagem. Durante o desenvolvimento de projetos, os estudantes frequentemente precisam compartilhar ideias, discutir possibilidades, negociar estratégias e construir soluções coletivamente. Esses processos favorecem o desenvolvimento de competências comunicativas e relacionais importantes para a formação acadêmica e profissional.

As contribuições de Vygotsky (1998) também permitem compreender a relevância das interações sociais na construção do conhecimento, pois, para o autor, a aprendizagem ocorre por meio das relações estabelecidas entre indivíduos e do processo de mediação social. Sob essa perspectiva, ambientes de fabricação digital podem favorecer situações em que os estudantes aprendem coletivamente, compartilham conhecimentos e constroem soluções por meio de práticas colaborativas.

Nesse sentido, salienta-se o desenvolvimento da criatividade. Em contextos educacionais tradicionais, os estudantes frequentemente são conduzidos a reproduzir respostas previamente estabelecidas. Em contrapartida, atividades desenvolvidas em ambientes makers e laboratórios de fabricação digital estimulam a elaboração de diferentes possibilidades de solução para um mesmo problema, favorecendo processos criativos e a valorização de ideias originais.

Os laboratórios de fabricação digital representam espaços voltados à democratização do acesso aos processos tecnológicos de produção, permitindo que indivíduos deixem de assumir apenas a posição de consumidores de tecnologia e passem a atuar como criadores e desenvolvedores de soluções. Nessa perspectiva, a fabricação digital amplia possibilidades educacionais relacionadas à autoria, à experimentação e à inovação (Gershenfeld, 2005).

Além das competências cognitivas e sociais, a fabricação digital pode contribuir para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Durante o processo de criação e elaboração de projetos, os sujeitos assumem maior responsabilidade sobre suas escolhas e passam a desenvolver habilidades relacionadas ao planejamento, organização e tomada de decisões. Ausubel (2003) menciona que a aprendizagem torna-se mais efetiva quando novos conhecimentos estabelecem relações significativas com estruturas cognitivas previamente existentes. Assim, experiências que envolvem participação ativa e contextualização tendem a favorecer processos de aprendizagem mais profundos e duradouros.

Desse modo, a inserção das tecnologias de fabricação digital nos contextos educativos não se restringe à utilização de equipamentos tecnológicos como instrumentos auxiliares do ensino. Sua contribuição encontra-se na possibilidade de promover experiências pedagógicas capazes de desenvolver competências essenciais à formação humana e profissional, fortalecendo práticas educativas mais participativas, criativas e contextualizadas.

6 O PAPEL DO PROFESSOR NOS PROCESSOS DE INVESTIGAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO PEDAGÓGICA MEDIADOS PELA FABRICAÇÃO DIGITAL

As discussões sobre a inserção de tecnologias digitais nos contextos educacionais frequentemente direcionam o olhar para os recursos tecnológicos, suas potencialidades e seus

impactos nos processos de ensino e aprendizagem. Entretanto, compreender a inovação educacional apenas a partir da presença de equipamentos tecnológicos representa uma visão limitada das transformações necessárias no ambiente escolar. A incorporação de tecnologias como impressoras 3D, máquinas de corte e gravação a laser e outros recursos de fabricação digital exige mudanças que ultrapassam aspectos instrumentais, envolvendo novas concepções pedagógicas, reorganização dos espaços de aprendizagem e redefinição do papel desempenhado pelo professor. Nesse contexto, o professor assume uma posição central no desenvolvimento de experiências educativas capazes de transformar a aprendizagem em um processo mais investigativo, participativo e significativo.

Historicamente, os modelos tradicionais de ensino atribuíram ao professor a função predominante de transmissor do conhecimento, caracterizando a sala de aula como um espaço centrado na exposição de conteúdos e na reprodução de informações. Nessa lógica, o estudante assumia uma posição predominantemente passiva, limitando-se, em muitos casos, à memorização de conceitos previamente estabelecidos. Entretanto, as transformações sociais, culturais e tecnológicas ocorridas nas últimas décadas passaram a exigir mudanças nas práticas educativas, deslocando o foco do ensino para processos de aprendizagem mais ativos e centrados nos estudantes.

A inserção da fabricação digital em ambientes educacionais reforça essa necessidade de mudança, uma vez que experiências baseadas em criação, prototipagem e resolução de problemas demandam uma postura pedagógica distinta daquela associada ao ensino tradicional. Nessas experiências, o professor deixa de ocupar exclusivamente a posição de detentor do conhecimento e passa a atuar como mediador, orientador e organizador de situações que favoreçam a investigação, a experimentação e a construção coletiva do conhecimento.

As contribuições de Freire (1996) oferecem importantes reflexões acerca desse processo. Ao criticar aquilo que denominou de educação bancária, Freire (1996) argumenta que a aprendizagem não ocorre por meio do simples depósito de informações nos estudantes, mas a partir de relações dialógicas que favorecem a problematização da realidade e a construção compartilhada do conhecimento. Para o autor, ensinar não significa transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção e reconstrução. Sob essa perspectiva, a prática docente deve assumir caráter investigativo e reflexivo, permitindo que estudantes participem ativamente da elaboração de significados.

No que diz respeito à fabricação digital, tais concepções tornam-se particularmente relevantes, uma vez que o desenvolvimento de projetos exige processos contínuos de

investigação e resolução de problemas. Durante a elaboração de modelos tridimensionais, construção de protótipos ou produção de materiais pedagógicos, os estudantes frequentemente se deparam com situações que demandam análise, formulação de hipóteses, tomada de decisões e reformulação de estratégias. Nesse processo, a função do professor não consiste em fornecer respostas prontas, mas em criar condições para que os estudantes desenvolvam autonomia intelectual e construam soluções a partir de suas experiências.

Essa compreensão aproxima-se das contribuições de Vygotsky (1998), especialmente no que se refere ao papel da mediação nos processos de aprendizagem, visto que, para o autor, a construção do conhecimento ocorre por meio das interações sociais e da relação estabelecida entre os sujeitos e o contexto no qual estão inseridos. Nessa perspectiva, o professor assume a função de mediador, promovendo intervenções capazes de auxiliar os estudantes na superação de desafios e na ampliação de suas possibilidades de aprendizagem.

O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), proposto por Vygotsky (1998), apresenta importante contribuição para compreender a atuação docente em ambientes de fabricação digital. O autor argumenta que existem conhecimentos e habilidades que os estudantes ainda não conseguem desenvolver de maneira autônoma, mas que podem ser alcançados mediante orientações adequadas e interações colaborativas. Assim, em atividades que envolvem modelagem digital, operação de equipamentos tecnológicos ou elaboração de projetos, o professor desempenha papel essencial ao fornecer suporte, orientações e estímulos necessários para o avanço das aprendizagens.

A atuação docente em ambientes mediados pela fabricação digital exige o desenvolvimento de competências relacionadas à flexibilidade pedagógica, criatividade e capacidade de articulação interdisciplinar. A elaboração de projetos envolvendo impressoras 3D e máquinas de corte a laser frequentemente demanda integração entre diferentes áreas do conhecimento, exigindo do professor a capacidade de estabelecer relações entre conteúdos, contextos e experiências vivenciadas pelos estudantes.

Nessa perspectiva, a prática docente também assume caráter investigativo. De acordo com Schön (2000), profissionais que atuam em contextos complexos necessitam desenvolver processos contínuos de reflexão sobre suas próprias ações. Para Schön (2000), o professor deve ser compreendido como um profissional reflexivo capaz de analisar suas práticas, identificar desafios e reconstruir estratégias pedagógicas diante das situações emergentes no cotidiano escolar. Essa compreensão torna-se particularmente relevante em contextos de inovação

educacional, nos quais não existem modelos rígidos ou respostas previamente definidas para todas as situações.

No desenvolvimento de atividades mediadas por tecnologias de fabricação digital, desafios relacionados ao planejamento, limitações técnicas, dificuldades de aprendizagem e reorganização dos processos pedagógicos tornam-se elementos frequentes. Dessa forma, o professor assume não apenas a função de ensinar conteúdos específicos, mas também o papel de pesquisador de sua própria prática, analisando experiências, produzindo conhecimentos pedagógicos e construindo novas possibilidades educativas.

Um fato importante se encontra na formação docente para utilização dessas tecnologias. A simples disponibilização de equipamentos tecnológicos não garante mudanças efetivas nas práticas pedagógicas. Diversos estudos apontam que a ausência de processos formativos específicos constitui um dos principais obstáculos para a integração significativa das tecnologias digitais no contexto escolar. A utilização de impressoras 3D, máquinas de corte e gravação a laser e softwares de modelagem requer não apenas conhecimentos técnicos, mas principalmente compreensão pedagógica sobre como essas ferramentas podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem.

Assim, a transformação educacional associada à fabricação digital depende diretamente da atuação do professor como sujeito crítico, mediador e investigador de sua prática pedagógica. Mais do que dominar recursos tecnológicos, torna-se necessário desenvolver capacidades relacionadas à reflexão, criatividade e construção de experiências que favoreçam a participação ativa dos estudantes. Nesse cenário, o professor deixa de ocupar uma posição centrada exclusivamente na transmissão do conhecimento e passa a assumir papel fundamental na construção de ambientes de aprendizagem mais colaborativos, investigativos e transformadores.

7 PERCURSO METODOLÓGICO

Caracterizada como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, a pesquisa desenvolveu-se a partir do levantamento bibliográfico acerca da fabricação digital na educação e de suas contribuições para a transformação das práticas pedagógicas. A escolha pela abordagem qualitativa fundamenta-se na compreensão de que os fenômenos educacionais envolvem aspectos subjetivos, sociais e culturais que demandam interpretações voltadas à compreensão dos significados produzidos nos processos de ensino e aprendizagem.

A pesquisa qualitativa possibilita analisar fenômenos complexos considerando suas particularidades e relações com os contextos nos quais estão inseridos (Gil, 2008).

A pesquisa possui caráter exploratório por buscar ampliar discussões acerca da utilização de tecnologias de fabricação digital, especialmente impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser, no contexto educacional contemporâneo. Pesquisas exploratórias têm como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema investigado, possibilitando reflexões, interpretações e aprofundamentos teóricos sobre a temática estudada. O estudo apresenta natureza descritiva ao discutir características, possibilidades e contribuições pedagógicas associadas ao uso dessas tecnologias em ambientes educativos (Gil, 2008).

No que se refere aos procedimentos metodológicos, a investigação foi desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise de livros, artigos científicos, dissertações, teses e produções acadêmicas relacionadas à fabricação digital, Cultura Maker, metodologias ativas, construcionismo e tecnologias educacionais. A pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador estabelecer contato com produções já elaboradas acerca do tema investigado, contribuindo para a construção do referencial teórico e para o aprofundamento das discussões científicas (Lakatos; Marconi, 2003).

O levantamento teórico concentrou-se em autores que discutem os fundamentos da aprendizagem ativa, da fabricação digital e das tecnologias aplicadas à educação, destacando-se as contribuições de Papert (1994), Blikstein (2013), Gershenfeld (2005), Dewey (1979), Freire (1996) e Vygotsky (1998), cujas produções oferecem fundamentos relevantes para compreender os processos de investigação, criação e aprendizagem mediados pelas tecnologias digitais.

A seleção das produções analisadas considerou critérios relacionados à relevância acadêmica, aproximação temática com o objeto de estudo e contribuições teóricas para a compreensão da fabricação digital como estratégia de inovação educacional.

A análise dos dados fundamentou-se em uma perspectiva interpretativa, buscando compreender como a fabricação digital pode contribuir para a transformação das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento de experiências de aprendizagem mais investigativas, colaborativas e significativas.

O estudo buscou refletir sobre as potencialidades e desafios associados à inserção das tecnologias de fabricação digital nos contextos educativos, considerando aspectos relacionados à formação docente, reorganização das práticas pedagógicas, infraestrutura escolar e democratização do acesso às tecnologias digitais. A análise dessas dimensões possibilitou compreender que a inovação educacional não depende exclusivamente da presença de recursos

tecnológicos, mas da construção de práticas pedagógicas fundamentadas na investigação, na autoria e na participação ativa dos estudantes nos processos de aprendizagem.

8 ANÁLISE E DISCUSSÕES

A análise dos dados obtidos a partir do levantamento bibliográfico permitiu identificar que a utilização de tecnologias de fabricação digital no contexto educacional apresenta potencial significativo para promover mudanças nas práticas pedagógicas, especialmente no que se refere à construção de experiências de aprendizagem mais participativas, investigativas e contextualizadas. O material investigado evidenciou que a fabricação digital tem sido compreendida como uma possibilidade de aproximação entre conhecimentos teóricos e experiências práticas, favorecendo processos de aprendizagem baseados na construção e na experimentação. Diferentemente de abordagens tradicionais centradas na transmissão de conteúdos, as tecnologias como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser possibilitam aos estudantes a participação em atividades de planejamento, desenvolvimento de projetos, prototipagem e resolução de problemas. Esse aspecto aproxima-se das discussões apresentadas por Papert (1994), ao defender que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando os sujeitos participam ativamente da construção de objetos dotados de significado pessoal e social.

18

Os resultados encontrados na literatura indicam que a materialização de ideias por meio de objetos físicos contribui para ampliar processos de compreensão e representação do conhecimento. Em áreas como Matemática, Ciências, Física e Artes, a utilização de modelos tridimensionais e materiais manipuláveis apresenta potencial para favorecer a visualização de conceitos abstratos, permitindo que os estudantes estabeleçam relações entre teoria e prática. Tal característica demonstra que o uso dessas tecnologias ultrapassa a função de recurso ilustrativo, assumindo papel ativo na construção do conhecimento.

Um fato importante se encontra no desenvolvimento de competências associadas às demandas da educação contemporânea. Os estudos apontam que atividades mediadas por tecnologias de fabricação digital favorecem o desenvolvimento da criatividade, pensamento crítico, comunicação, colaboração e resolução de problemas. Durante a elaboração de projetos, os estudantes são conduzidos a investigar situações, identificar desafios, formular hipóteses, desenvolver estratégias e aperfeiçoar soluções a partir dos resultados obtidos. Essas experiências fortalecem processos de autonomia intelectual e participação ativa nos processos de aprendizagem.

As contribuições de Blikstein (2013) reforçam essa compreensão ao destacar que o potencial transformador da fabricação digital não reside unicamente nos equipamentos utilizados, mas principalmente nas experiências pedagógicas construídas em torno dessas tecnologias. Os dados analisados apontam que a inovação educacional não ocorre pela simples inserção de recursos tecnológicos no ambiente escolar; ela depende da construção de práticas pedagógicas que favoreçam investigação, criatividade e autoria dos estudantes.

A análise também evidenciou forte aproximação entre fabricação digital e metodologias ativas de aprendizagem. As produções investigadas destacam que ambientes makers e laboratórios de fabricação digital frequentemente utilizam estratégias como aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas e ensino por investigação. Nessas abordagens, os estudantes deixam de assumir uma posição exclusivamente receptiva e passam a participar ativamente da construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de atividades contextualizadas.

Entretanto, apesar das potencialidades identificadas, os estudos analisados também apontam desafios relacionados à implementação dessas tecnologias nos espaços educativos. Entre os principais obstáculos mencionados encontram-se limitações de infraestrutura, custos de aquisição e manutenção dos equipamentos, dificuldades relacionadas ao acesso às tecnologias e insuficiência de processos formativos destinados aos professores. Observou-se que a simples disponibilidade de equipamentos não garante mudanças significativas nas práticas pedagógicas, tornando necessária a construção de políticas e estratégias voltadas ao fortalecimento da formação docente.

Nesse sentido, a atuação do professor emerge como um dos elementos centrais para o desenvolvimento de experiências pedagógicas mediadas pela fabricação digital. Os estudos evidenciam que a função docente passa por processos de ressignificação, deslocando-se de uma perspectiva centrada na transmissão do conhecimento para práticas relacionadas à mediação, investigação e organização de experiências educativas. Tal compreensão encontra respaldo nas contribuições de Freire (1996), ao defender que ensinar não consiste em transferir conhecimentos, mas em criar condições para sua produção e construção coletiva.

Além disso, os dados revelam que a formação docente constitui fator essencial para a consolidação de propostas educativas fundamentadas na fabricação digital. O domínio técnico dos equipamentos, embora importante, mostra-se insuficiente quando desvinculado de conhecimentos pedagógicos capazes de orientar a utilização dessas ferramentas em processos

significativos de aprendizagem. Dessa forma, torna-se necessário investir em processos formativos que articulem conhecimentos tecnológicos, metodológicos e pedagógicos.

Outro elemento identificado durante a análise refere-se ao potencial inclusivo dessas tecnologias. Diversos estudos apontam possibilidades relacionadas à criação de materiais pedagógicos adaptados, recursos táteis e objetos personalizados capazes de ampliar a acessibilidade e favorecer a participação de estudantes com diferentes necessidades educacionais. A possibilidade de produção de recursos específicos para determinadas demandas amplia o acesso ao conhecimento e fortalece perspectivas educacionais mais inclusivas e equitativas.

De modo geral, a análise dos dados evidencia que a fabricação digital apresenta potencial para contribuir significativamente com a transformação das práticas pedagógicas, favorecendo processos educativos mais investigativos, criativos e centrados nos estudantes. Entretanto, seus efeitos não podem ser compreendidos como consequência automática da inserção de recursos tecnológicos. A efetividade dessas experiências depende de aspectos relacionados à formação docente, às metodologias adotadas, à infraestrutura disponível e às formas como essas tecnologias são incorporadas aos contextos educativos. Assim, compreende-se que a fabricação digital constitui uma possibilidade relevante para a inovação educacional, desde que seja acompanhada de processos pedagógicos que valorizem a autoria, a participação e a construção coletiva do conhecimento.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações tecnológicas presentes na sociedade contemporânea têm provocado mudanças significativas nos processos educacionais, exigindo da escola novas formas de pensar o ensino e a aprendizagem. Nesse cenário, a fabricação digital emerge como uma possibilidade capaz de ampliar experiências pedagógicas e favorecer a construção de práticas mais investigativas, criativas e participativas. A partir das discussões desenvolvidas ao longo deste estudo, foi possível compreender que a inserção de tecnologias como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser ultrapassa a simples incorporação de equipamentos ao ambiente escolar, constituindo-se como uma estratégia capaz de promover mudanças nas formas de ensinar, aprender e construir conhecimento.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, buscou-se analisar o potencial das tecnologias de fabricação digital como ferramentas de transformação pedagógica, considerando seus fundamentos teóricos, relações com a Cultura Maker, metodologias ativas, desenvolvimento de

competências contemporâneas e o papel do professor nesse processo. A análise da literatura permitiu identificar que essas tecnologias apresentam potencial para favorecer experiências educativas fundamentadas na experimentação, autoria, colaboração e resolução de problemas, promovendo maior participação dos estudantes nos processos de aprendizagem.

Os estudos analisados evidenciaram que a fabricação digital estabelece aproximações significativas com princípios defendidos por diferentes perspectivas educacionais, especialmente o construcionismo, a aprendizagem experiencial e as metodologias ativas. A possibilidade de transformar ideias em objetos concretos, desenvolver projetos e construir soluções para problemas reais permite que os estudantes assumam papel mais ativo diante da aprendizagem, fortalecendo processos relacionados à criatividade, pensamento crítico, autonomia e trabalho colaborativo. Nesse sentido, as tecnologias de fabricação digital podem contribuir para a construção de experiências educativas mais contextualizadas e alinhadas às demandas da educação contemporânea.

Outro aspecto relevante identificado ao longo das discussões refere-se à necessidade de compreender que a inovação educacional não ocorre exclusivamente pela presença das tecnologias nos ambientes escolares. Embora equipamentos como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser apresentem importantes possibilidades pedagógicas, seus impactos dependem diretamente das metodologias adotadas, dos objetivos educacionais estabelecidos e das formas como esses recursos são integrados às práticas docentes. Assim, a transformação pedagógica não está associada unicamente ao recurso tecnológico, mas às experiências educativas construídas em torno dele.

Nesse contexto, o papel do professor assume importância fundamental. As reflexões desenvolvidas neste estudo evidenciam que o docente deixa de ocupar uma posição centrada exclusivamente na transmissão de conteúdos para assumir funções relacionadas à mediação, investigação e organização de experiências de aprendizagem. A atuação docente torna-se elemento essencial para a construção de ambientes educativos capazes de estimular a curiosidade, a investigação e a participação ativa dos estudantes. Dessa forma, a formação inicial e continuada de professores configura-se como aspecto indispensável para a consolidação de propostas educativas fundamentadas na fabricação digital.

O estudo também possibilitou identificar desafios que ainda precisam ser enfrentados para a efetiva integração dessas tecnologias aos contextos educacionais. Questões relacionadas à infraestrutura, custos de implementação, acesso aos equipamentos e processos formativos específicos constituem elementos que podem limitar a utilização da fabricação digital nas

instituições de ensino. Tais fatores indicam a necessidade de investimentos em políticas públicas, programas de formação docente e estratégias que ampliem o acesso às tecnologias digitais nos espaços escolares.

Por fim, compreende-se que a fabricação digital apresenta potencial significativo para contribuir com a transformação das práticas pedagógicas e com a construção de experiências de aprendizagem mais dinâmicas, inclusivas e significativas. Entretanto, sua efetividade depende da articulação entre recursos tecnológicos, concepções pedagógicas e processos formativos que valorizem a autoria, a investigação e a construção coletiva do conhecimento. Espera-se que este estudo possa contribuir para ampliar as discussões sobre a temática e incentivar novas pesquisas que investiguem, de forma empírica, as possibilidades e impactos da fabricação digital nos diferentes níveis e contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. *Makers: The New Industrial Revolution*. New York: Crown Business, 2012.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and “making” in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne (org.). *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

22

DEWEY, John. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

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

GERSHENFELD, Neil. *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop — From Personal Computers to Personal Fabrication*. New York: Basic Books, 2005.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINEZ, Sylvia; STAGER, Gary. *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MORAN, José. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda*. Porto Alegre: Penso, 2018.

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

PAULA, Taimara Mikieta de; BASNIAK, Maria Ivete. A tecnologia de impressão 3D no processo de construção de um material didático inclusivo. In: *Anais do Encontro Paranaense de Tecnologia na Educação Matemática*. Apucarana: Unespar, 2023. p. 01-12.

PIAGET, Jean. *A psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1978.

PIRES, Júlio César Pinheiro; BREDOW, Aila Dalene. Tecnologia de fabricação digital na produção de materiais didáticos manipuláveis. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 46, spe. 3, e86936, 2024.

OSINAKI, Hadassa Harumi Castelo; VIEIRA, Rui Manoel de Bastos. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. *Educitec*, Manaus, v. 05, n. 10, p. 128-137, mar. 2019. Edição Especial.

SCHÖN, Donald. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VYGOTSKY, Lev S. *A formação social da mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.